台灣省農業試驗所特刊41號

蔬菜生產與發展研討會專刊

行政院農業委員會　補助
臺灣省政府農林廳　輔導
臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十二年六月

蔬菜生產與發展研討會專刊

中華民國八十年四月十一～十二日
於臺灣省農業試驗所國際會議廳舉行

杜　金　池
蕭　吉　雄　主編
楊　偉　正

行政院農業委員會　補助
臺灣省政府農林廳　輔導
臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十二年六月

中華民國八十年四月十一、二日於台灣省農業試驗所

臺灣省政府農林廳孫廳長明賢致詞

行政院農業委員會古處長、李處長、余顧問、杜所長、各位專家、各位貴賓、各位女士、先生：

今天在農業試驗所召開蔬菜生產與發展研討會，可以說是一次很難得的研討會，除研討會的內容豐富外；另一個重要的意義就是農委會諶靜吾技正即將退休，所以今天的研討會不僅是學術的交流，同時也是一個温馨情感交流的聚會。在此首先恭祝諶技正榮退，但以諶技正的身體健康狀況，再工作20～30年也不成問題。

在中國人的日常生活裡，蔬菜與稻米是同樣重要，都是每餐必需的食品，光復以後，四十年來蔬菜的發展成果輝煌，蔬菜種類也增加很多，與光復前比較，至少增加三倍以上的蔬菜種類，因此在蔬菜種類的發展，可以說是相當的豐富；另外，在品種改良與產銷發展，更令人欽佩。在以農業外銷賺取外匯的早期，蔬菜的貢獻非常大，有的是無中生有；有的是更加發揚光大。例如蘆筍和洋菇產業的發展，曾經在外銷上佔世界第一位。在整個蔬菜試驗研究方面，雖國內設有國際性蔬菜研究中心，各大專院校、各改良場所都有蔬菜研究人員，但由於蔬菜種類繁多，研究工作相當分散，因此，在今後蔬菜生產與發展上，除繼續追求提高品質，以滿足國內消費者之需求，尤其是目前有很多蔬菜，已被消費者當作健康食品，蔬菜種類的發展和品質改良都應朝著這個方向來努力，以改善國民營養均衡；另在產銷方面，如運銷設施、採收後處理技術等研究，亦需加強。這次研討會內容豐富，各專家所提出的報告都很有份量，在此謹代表農林廳預祝大會順利成功，各位身體健康，精神愉快，希望諶技正不要把這次研討會當做他從事蔬菜工作的最後一個會議，而是另一個階段的開始，我們今後還要向諶技正請教甚多，諶技正畢生貢獻於蔬菜，從大學念書開始到踏入社會，幾十年來都沒有變動，尤其是他服務的機關，雖經三次改組，他仍然還是在那裡服務，這是蔬菜界的光榮，謝謝各位。

農業委員會古處長德業致詞

孫廳長、徐副廳長、余顧問、李處長、杜所長、各位貴賓、各位女士、先生：

今天很榮幸能代表余主任委員來此與各位見面和致意。剛聽孫廳長説，這次研討會的意義非常重大，其中一個就是將各位蔬菜專家聚集一堂，重温諶靜吾技正過去所帶領的一些蔬菜研究工作，這等於是階段性的累積和經驗的報告。這為期二天的研討會所發表的報告份量相當重，面也很廣，本人對農試所的安排，表示欽佩。國人在蔬菜方面之消費量，据農林廳之資料報告，平均每人每年約消費120公斤，這龐大的消費量與國人的飲食習慣及烹飪方式有密切的關係。由農試所所展示的蔬菜，我們可以知道蔬菜的種類很多，也頗具潛力，在座諸位都是蔬菜權威，因此就農委會在農業調整方案中，強調有關蔬菜的幾個問題及今後要發展的方向，向各位報告：

1.蔬菜產量的不穩定。

2.夏季生產不足；冬季生產過剩。

3.農村勞力不足。

4.栽培面積偏小。

5.貯運技術的開發。

以上的問題，希望能夠經由這二天的研討會，透過各位專家的報告和綜合討論時研討，集思廣意以加強研擬計畫，以解決蔬菜生產與運銷方面之問題。在未來綜合農業調整方案內，有關蔬菜生產改進方面有下列幾點：

1. 蔬菜生產改進是這次研討會的主題，含蓋層面非常廣，從種源的收集，栽培技術的研究、生產機械化或自動化等等，這些都是生產方面的改進，是無止境的，最後目標是要降低生產成本，提高產品品質。
2. 研究層面改進，也是這次研討會的主題，如從研究上，育種上如何配合整體蔬菜的生產，這點在會場外所展示的項目中，提示我們應朝向一個多樣化、精緻化來發展，如從食的層面提升到觀賞的層面。
3. 運銷制度改進，如運銷或直銷之辦理和制度方面的改進與實施。
4. 蔬菜產區的調整，分散蔬菜專業區，以減少天然災害造成蔬菜短缺，亦可延長供應季節和供應量。

5. 設施栽培研究，包括溫室、網室內之設施自動化，這是一項富有挑戰性的研究。
6. 保鮮、加工和儲藏方面的研究和技術的推廣應用。

以上的問題是農業綜合調整方案中，有關蔬菜方面所要加強研究的工作。希望透過今明二天的研討會和綜合討論，歸納出一個整體性的解決方案以納入農建計畫來加強研究。敬祝各位身體健康，精神愉快，大會成功。

農業委員會李處長金龍致詞

孫廳長、杜所長、各位貴賓、各位蔬菜界先進、各位女士、各位先生：

首先我要感謝大會邀請我來參加這次研討會，另外更感謝的是讓我有機會上台來報告我心中的感想。再過20天，就整整20年，記得在20年前也就是民國61年5月1日，有一位年輕人，剛剛從大學畢業，進入當時的農復會植物生產組服務，跟隨著諶靜吾技正在園藝方面工作，時間過得很快，20年前的那位年輕人，就是今天台上的我，自從我跟隨著諶技正做事，不管在工作上遇到什麼困難，諶技正都會教導我，替我解答，使我有一條明路可走。往後我到國外進修，每逢需要資料時，只要寫一封信回來請諶技正幫忙，諶技正都會提供我一大堆資料，往往比我所要的還要多，有時這些資料還可以分二次使用，我內心感到非常温暖，這位長者待人處事接物所表現的氣度，我想藉此機會來表示個人由衷的敬意。

剛才孫廳長、古處長都分別提到這次研討會的目的以及將來要進行的工作內容，我不想佔用各位寶貴的時間，僅想藉此機會向蔬菜界各位先進及有關同仁做一次報告，以期互相勉勵，就是諶技正一生獻身於蔬菜產業發展，其研究發展和敬業樂群的精神，希望不因他退休而消失，而是要諸位先進和同仁共同努力發揚光大，雖然諶技正暫時不與我們一起工作，但他的精神會為未來蔬菜產業之發展更加發揚光大，今天我很感謝有這麼一個機會能在這裡向各位表達敬意與謝意，雖然我目前的業務不是蔬菜產業之發展，但在蔬菜運銷上仍是我承辦的業務，希望諸位先進不要謙棄我，有機會多給我指導和勉勵，最後敬祝諶技正退休後身體健康，精神愉快，並祝這次研討會順利成功，謝謝。

臺灣省政府余顧問增廷致詞

孫廳長、古處長、李處長、杜所長、各位貴賓、各位蔬菜界先進、各位女士、各位先生：

在此我首先要恭祝謝技正靜吾先生四十年榮退，剛剛孫廳長、古處長、李處長談到很多有關蔬菜的研究與發展，其中曾提到蔬菜的消費量，蔬菜的消費量可以說和民族的生活水準相關，許多落後國家的國民很少食蔬菜，甚至有些民族不知道怎樣食蔬菜，所以他們的營養很不好，很不均衡。以往歐美先進國家，蔬菜的消費量比我們少，不過近來食得很多，因為這是一個健康富裕社會，飲食均衡是所必需。

今天的研討會特別有意義，大會安排的節目，除了由謝靜吾技正報告四十年來蔬菜試驗研究及發展成果外，還特別請了農林廳鄭科長報告目前蔬菜產業之現況及農委會吳科長，由連忠勇技正代表報告蔬菜產業之發展，讓大家知道政府在過去、現在和將來在蔬菜產業發展上究竟做了些什麼，將來的農業政策要朝那一個方向發展。因此今天的研討會可說是相當富有意義。主辦單位也費盡心思的來籌劃這個研討會，從場外的佈置到場內的擺飾都有特殊的構想，獨創一格的以蔬菜來取替花卉，使我們認識蔬菜，除了可以食用外，尚可用來美化環境，達到孫廳長，古處長所說的富裕社會，富麗農村的現象。在這非常特殊的場所裡，我再次的祝福謝技正身體健康，也祝福大會成功。

農業試驗所杜所長金池致歡迎詞

孫廳長、古處長、各位貴賓、各位女士、各位先生：

首先本人謹代表台灣省農業試驗所全體員工由衷歡迎大家蒞臨本所參加『蔬菜生產與發展研討會』。本研討會舉辦的目的 廳長及古處長已有指示，而值得再提的是此次研討會恰在農委會主管蔬菜的諶技正靜吾先生榮退前夕，更有特殊意義。諶技正長期領導蔬菜生產，期間尤其發展洋菇及蘆筍兩種產業，對台灣農村經濟貢獻最大，諶先生謙謙君子，熱心助人，有口皆碑。

此次研討會除請諶技正談談『蔬菜生產之四十年回顧』外，更邀請農委會及農林廳的長官分別專題演講蔬菜產業的發展與現況，尚有台灣大學、中興大學及其他大專院校的教授及中央研究院、亞蔬中心及廳屬各場所的學者專家，分別就「品種改良」、「生物技術」、「栽培生理和採收」等進行專題報告並有三十多幅壁報展示，內容豐富，精彩可期。本次研討會匯集全體蔬菜先進的智慧，共同為未來的蔬菜產業籌謀發展的途徑。相信對明日的蔬菜產業將有無限的貢獻。

本次研討會承各位先進熱烈參予，謹此致謝。會期中，如有服務不周的地方，敬請原諒。最後，對本次研討會的各位籌備委員，負責執行的蕭吉雄主任及園藝系全體同仁的辛勞，致萬分謝意。

最後敬祝大會圓滿成功，各位貴賓、各位女士、先生身體健康，謝謝大家。

目 錄

開幕禮

長官致詞……………………………………………………………孫廳長明賢………… I
長官致詞……………………………………………………………古處長德業………… II
長官致詞……………………………………………………………李處長金龍………… IV
長官致詞……………………………………………………………余顧問增廷………… V
致歡迎詞……………………………………………………………杜所長金池………… VI

專題演講

1. 蔬菜產業四十年來之回顧……………………………………………諶靜吾………… 1
2. 蔬菜產業之現況……………………………………………………鄭義雄………… 9
3. 蔬菜產業之發展………………………………………吳明哲、連忠勇………… 13

品種改良

4. 蔬菜種源之收集及保存………………………………張有明、蕭吉雄………… 19
5. 台灣蔬菜種苗自動化生產體系之發展………………………………黃泮宮………… 35
6. 蔬業育種及其實例與經驗……………………………………………洪　立………… 53
7. 瓜類抗病育種……………………………………蕭吉雄、楊偉正、陳甘澍………… 75
8. 十字花科蔬菜與馬鈴薯基因轉移……………………………………曾夢蛟………… 87
9. 分子標誌因子在蔬菜品種改良上之應用……………………陳榮芳、羅筱鳳…………103

栽培生理

10. 蔬菜品質與土壤水分關係…………………………………………陳清義…………121
11. 土壤有機質與蔬菜栽培……………………………………………楊秋忠…………129
12. 冬季綠蘆筍之生產試驗……………………………………陳榮五、陳水心…………137

13. 芽蔬栽培生產技術……………………………………………劉政道、林純英…………151
14. 番茄之耐熱性與夏季增產之展望…………………………陳美惠、郭忠吉…………169
15. 甘藍及結球白菜之結球生理………………………廖芳心、洪　立、黃　涵…………181
16. 台灣蔬菜之養液栽培……………………………………………………沈再發…………193

採收處理

17. 葉菜類的採收生理及處理…………………………………………………王自存…………209
18. 綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究………………………………張粲如…………221
19. 果菜類採收後處理……………………………………蔡龍銘、柯立祥、蔡碧仁…………249
20. 綠蘆筍外銷採收後處理………………………………………林清富、黃肇家…………263

綜合討論

21. 綜合討論…………………余增廷、鄒篪生、杜金池、吳明哲、鄭義雄…………271
研討會參加人員名單……………………………………………………………………………276

蔬菜產業四十年來之回顧

諶靜吾

行政院農業委員會

前言

台灣自光復到現在已有四十多年，在此四十餘年中，由於從戰亂到光復，從光復到復建，各方面均有很大的進步。蔬菜產業也隨之有很顯著的變遷，無論栽培面積、產量、種類、品種、品質、栽培技術等，到目前仍在不斷地在改進。今年適逢中華民國八十周年，特將台灣光復後蔬菜產業的變遷做一回顧，以供蔬菜工作人員從事今後生產改進工作的參考。由於各主要蔬菜及重要措施均有專文介紹，故本篇僅作一綜合性的概述。

蔬菜栽培史

台灣蔬菜栽培歷史甚久，光復前約可分爲四個時期，第一個時期爲土番盤據時期(1624年以前)，當地土人多以漁獵爲生，留在陸地上的主婦則種植果蔬，作爲佐餐之用。明朝萬曆30年(1602)陳策之「車番記」即有蔬菜之記載。第二個時期爲荷蘭占據時期(1624～1661年)，荷蘭人占據台灣後，開始發展台灣產業，當時正逢我國明末世局紊亂，戰亂不斷，我國沿海如浙江、福建、廣東等各省人士紛紛來台避亂，逃難同時帶來不少農作物種子，以便來台後種植，其中當然包括甚多蔬菜種子。第三個時期爲鄭成功驅逐荷蘭人以後的一段時期(1661～1895年)，長達二百餘年，鄭成功來台後，鼓勵內陸人士移民台灣拓殖開墾。自廈門、漳州、泉州、福州、汕頭、潮州等地來台海運甚便，因此來台日衆，帶來之蔬菜種子極爲普遍。光緒11年(1885年)，劉銘傳出任台灣巡撫後，設鐵道、建航輪。內外交通更爲便利，產業亦見興勃，尤以農業甚爲發達，蔬菜種子由內陸帶來甚多，現在的在來種，即爲當時所引進，如慈姑、荸薺、土白菜、芋、蓮藕、茭白、大芥菜、瓜類、茄子等。第四個時期爲日本占據時期(1895～1945)，爲期五十年，日人占據台灣後，積極拓展農業，光緒22年(1896年)，設立台北農事試驗場，聘請日本農業技術人員來台試驗研究，引進日本各地優良種子。光緒28年(1902年)，台中、台南、高雄亦分別設立農事試驗場，多方搜集蔬菜種子在台種植，如番茄、蘆筍、甘藍、馬鈴薯、波羅門參、牛蒡、二十日蘿蔔、洋蔥、花椰菜、結球白菜等，即今日之外來種。至民國28年(1939年)，第二次世界大戰爆發，所有產業幾陷於停頓。台灣

光復後，始逐漸恢復生機。

光復後蔬菜改進工作

台灣光復之初，因受戰爭影響，百廢待舉。蔬菜方面，當時蔬菜種子最感缺乏，故美國善後救濟總署曾先後自美國運來蔬菜種子二大批救急，第一批八十桶，計有二十六種，第二批計有十四種，包括三十個品種，分發給各有關單位分送農民種植。民國38年8月，中國農村復興聯合委員會(農復會)自南京遷台後，即積極展開農村復興工作。自此以後，台灣農業的改進工作，農復會擔當了很重要的角色。例如協助政府辦理耕者有其田政策，扶植佃農成爲自耕農，爲世界各國土地改革成功的首例。蔬菜方面，農復會係透過各試驗場所、大專院校及各地農會，從事蔬菜之試驗研究之示範推廣。早期約民國四十年代，著重蔬菜之引種，藉引進更多的蔬菜而增加國民之消費量，同時引進適合外銷的蔬菜，以拓展外銷賺取外匯。民國五十年代前後，較著重栽培技術之改進，並建立基本資料、約於民國六十年代前後，開始蔬菜育種工作，以育成適合當地之優良品種，民國65年以後，許多蔬菜新品種陸續育成命名。民國七十年代，則爲設施園藝之研究與發展。

主要成就

一、引進新種類蔬菜

1.洋蔥

台灣洋蔥最早係於民國22年(1933年，日昭和8年)，日據時期由台北州農事試驗場自美國及日本引進數種長日性品種試種，但未獲結果。民國24年(1935年)再自歐洲引進數種短日性品種，曾有Express Globe 品種生育良好之記載，後因戰爭關係，未再繼續試驗。

光復後，台北區農林改良場於民國40年開始洋蔥之試驗研究，自美國引進一些品種，並選出Early Grano、Excel Bermuda及Express Globe 等數品種，頗適台灣栽培，後經區域試驗，發現冬季乾旱而涼爽的南部，更適合洋蔥的生育，高屏地區逐成爲洋蔥的主要產區。民國43年開始推廣，45年以後，除供內銷外，尙有大量外銷以賺取外匯。自此以後，台灣由進口洋蔥而變爲可以外銷洋蔥的國家。爲穩定產銷秩序，於54年起實施計畫產銷，由省農會與農民契作，並統一供應洋蔥，而由蔬菜輸出業同業公會辦理拓展外銷業務。此種措施，爲發展洋蔥產業成功的實例，常爲人所樂道，也爲農民增加不少收益：

2.荸薺

荸薺引進台灣甚早，於清光緒11年(1885年)劉銘傳出任台灣巡撫時，內陸來台人士自大陸攜入。光復後，鑑於台灣原有品種，多爲農民自行留種，品質逐漸退化。台灣省農業試驗所於民國42年自香港引進一批優良品系，並展開正式試驗與繁殖，亦有自我國大陸遷來台灣之食品工廠，獎勵農民契約栽培。民國45年已有較大面積(63公頃)之商業栽培，民國46年起開始製罐外銷(外銷8,322標準箱)。民國66年外銷量達872,123標準箱，賺取外匯

11,563千美元，爲外銷量最多的一年。

3.四川榨菜

四川榨菜是一種加工蔬菜，吃食莖瘤部分，新鮮莖瘤煮食時稍有苦味，故需醃漬加工後，苦味方會盡失，並產生香味，可增加食慾，爲國人所喜愛。過去台灣未曾種植過，在我國大陸主要產地爲四川省東部，並加工外銷，聞名全球。民國39年，台灣省農業試驗所引進台灣試種。45年，國立台灣大學亦曾引進試種。46年，新竹區農業改良場選育出「五峰」種。目前栽培多集中在苗栗及彰化，有的爲農家自行加工後出售，亦有小型加工廠收購新鮮原料加工後出售，除內銷外，亦有少量外銷香港。四川榨菜在台灣雖然不算是很大的產業，但還算是相當穩定的小產業。

4.瓜子西瓜

嗑瓜子爲中國人之嗜好，外國人士不懂吃食。因此台灣在日據時期，對於瓜子西瓜從未接觸過。瓜子西瓜爲我國特產，只有我國大陸盛行栽培。光復後，台灣與我國大陸並未來往，因此欲自我國大陸引進瓜子西瓜種子十分困難。民國44年，鳳山熱帶園藝試驗分所於一偶然機會獲得種子數粒，經過鳳山分所數年來的繁殖、改良，終於採瓜子產業在台灣發展起來，種植最多時，種植面積曾達萬餘公噸(67年，11,393公頃)。農林廳農業年報，自61年起開始統計記載。惟最近一、二年因受我國大陸瓜子走私影響，已嚴重打擊了台灣的瓜子產業。

5.無子西瓜

三倍體無子西瓜之育種，最早係由日本木原生物研究所的木原博士於民國28年(日昭和14年，1939)開始研究，並於民國36年獲得第一個三倍體無子西瓜，於民國39年成爲商品，在台灣，鳳山熱帶園藝試驗分所於民國45年開始育種，並於48年育成鳳山1至9號九個無子西瓜品種。於50年示範推廣，採用鳳山一號品種，51年開始外銷香港。從此我國變成唯一從事無子西瓜大規模商業栽培及外銷的國家。

6.洋菇

台灣試種洋菇，最早爲民國19年(日昭和5年，1930年)，由日據時期台灣總督府農林部自日本引進試驗研究，民國21年並曾示範推廣，惜未成功。

光復後，台灣省農業試驗所於民國42年自日本及美國引進洋菇菌種數種進行各種試驗，並曾利用廢棄礦坑試種，成績均甚理想。後人工合成堆肥試製成功，可以代替馬糞種植洋菇，台灣始能大面積栽培。民國46年開始推廣，種植面積13,200平方公尺(約四千坪)，成績良好。47年製罐試銷國外(68標準箱)。50年實施洋菇計畫產銷。52年成立中國台灣洋菇罐頭廠聯合出口公司，向外劃一售價，從此外銷數量穩定成長。61年推行利用密閉式塑膠菇舍種植洋菇，堆肥可以後醱酵處理，使洋菇單位面積產量倍增。66年外銷數量將近四百萬箱(3,899,716標準箱)，爲歷年外銷量最多的一年，賺取外匯超過一億美元(104,863千美元)。到七十年代以後，由於國內工資不斷高漲，國際市場上又受到我國大陸洋菇低價傾銷的影響，我國洋菇產業開始逐漸萎縮。但無論如何，洋菇產業在我國經濟發展過程中，曾

經扮演了很重要的角色。

7.毛豆

大豆在種仁幼嫩時採收供作蔬菜食用者，俗稱毛豆。大豆在台灣種植歷史雖久，但毛豆的專業栽培係光復以後方開始推廣。最早係由高雄區農業改良場於民國43年自日本引進大豆用品種「十石」，經試種馴化繁殖後，於46年推廣作爲毛豆栽培。新竹區農業改良場於41年自日本引進之毛豆品種「和歌島」，交高雄場馴化繁殖，於49年推廣。鳳山熱帶園藝試驗分所於47年自日本引進毛豆用品種「大袖振」，經分離純化後命名「鳳山青早生」，於51年開始推廣。高雄區農業改良場於76年自日本「大勝白毛」品種中選出優良品系，命名爲「高雄選一號」。

毛豆的種植面積，過去列入大豆種植面積內，至72年始分別統計。毛豆在六十年代，開始冷凍外銷日本，爲我國賺取不少外匯，67年開始有正式統計記載，當年外銷量爲9,502 公噸，外銷金額爲5,664千美元。至78年，冷凍外銷34,229公噸，賺取外匯58,185千美元。

8.大頭菜

大頭菜在我國大陸爲有名的加工蔬菜，原產我國長江流域，栽培以雲南一帶最多，並以特別之加工技術，暢銷各地，故有雲南大頭菜之名。台灣過去從未種植過，民國48年首由台灣省農業試驗所自香港引進，因屬新種類蔬菜，頗受農民歡迎。於49年推廣，並教導加工醃漬方法。除供內銷外，亦曾外銷東南亞各國。大頭菜在台灣逐成爲適合家庭加工之小產業。

9.蘆筍

民國24年(日昭和10年，1935年)日據時期之台北農事試驗場曾引進蘆筍Palmelto 品種試作，後因戰事爆發，未能繼續試驗。光復後，台北區農業改良場於民國44年自美國引進Mary Washington(美麗華盛頓)、UC309及UC711等品種，經試作後，初步認爲蘆筍在台灣頗具發展潛力。惟蘆筍原爲溫帶作物，在熱帶及亞熱帶地區從未種植過，這方面之栽培資料甚感缺乏，爲加速蘆筍在台灣的發展，農復會曾支援所有試驗場所、各大專院校參予蘆筍之基礎試驗，建立了許多在熱帶地區栽培之基本資料，並首創「蘆筍留莖栽培法」，使蘆筍在熱帶及亞熱帶地區能夠正常生產。

民國52年開始推廣，並製罐試銷國外。由於蘆筍的加工期正逢洋菇加工廠的空檔期，許多洋菇加工廠均參加了蘆筍的加工，使工廠可以周年利用，因此蘆筍很快就發展成爲台灣的一大產業。民國60年外銷數量即達四百萬箱(4,017,814標準箱)。爲穩定產銷秩序，自61年起實施計畫產銷。67年至70年，連續四年，每年所賺取之外匯均超過一億美元 (67～70年外銷金額，依次爲117,871、110,598、135,659及101,172千美元) 。直至76年以後，因受國際市場競銷的影響，蘆筍產業逐漸萎縮。

蘆筍之試驗研究，早期係由農復會經費支援，後改由業者負擔。民國58年成立台灣區蘆筍研究改進計畫審核小組，策劃所有之試驗研究。60年台灣聯合蘆筍罐頭廠出口公司成立財團法人蘆筍事業發展基金會，蘆筍試驗研究所需之經費，則由該基金會全部提供，

69年在台南區農業改良場義竹工作站成立蘆筍試驗中心，除自行試驗研究外，亦協助各試驗場所借用該中心之試驗圃從事蘆筍之試驗研究，此外蘆筍之育種、採種、筍農訓練等，均由該中心負責。73年曾選育出蘆筍台南選一號、台南選二號及台南選三號等三個優良品種。

10.黑皮波羅門參

爲開發新興作物，農復會曾於民國60年，自西德引進黑皮波羅門參。黑皮波羅門參屬菊科植物，原產西班牙，食用根部。在台灣試植後，生長情形甚佳。於63年推廣，並協助有意加工之工廠與農民契作生產。64年試銷歐洲，工廠方面亦努力推銷，但經過數年後，成績不甚理想，由於黑皮波羅門參在歐洲市場售價不高，銷售量亦不大，工廠與農民都沒有得到利潤。67年農民不再種植，工廠方面到72年將庫存數量售光爲止，亦不再經營黑皮波羅參罐頭，這就是黑皮波羅門參在台灣的短暫歷史。

11.嫩莖萵苣

嫩莖萵苣在我國大陸俗稱爲萵苣筍，民國27年美國Burpee種苗公司曾自我國大陸引進至該公司，經過四年之選種及繁殖，並取名Celtuce後出售該種子。台灣過去沒有種植過。38 年，鳳山熱帶園藝試驗分所曾自浙江大學農學院引進該種子，41年又自美國Burpee公司購進該種子試種，成績不錯，於45年推廣。

12.節瓜

節瓜爲冬瓜的變種，亦稱毛瓜，我國廣東一帶栽培最爲普遍，以採收嫩瓜爲主，冬瓜則以老熟後採收。台灣最早係於民國37年由鳳山熱帶園藝試驗分所自廣東引進。49年貿易商自香港引進，並特約農家栽種，專銷香港，此後在台灣逐漸普遍。

13.山藥

山藥在台灣栽培歷史甚久，係早期由高山族所引進，以後在日據時期亦自日本引進一些品種，如赤長、赤丸、白長、白丸、伊勢薯等，但栽培面積不多，亦無商業栽培。民國59年，農復會曾組團至國外各地搜集園藝作物新品種，引入巴西山藥及千里達山藥等，並大力推動，於64年推廣，目前已有不少數量外銷日本。

14.青梗白菜

青梗白菜爲我國華中各省栽培甚爲普遍的白菜，但台灣過去從未種植過。民國40年台灣省農業試驗所自香港引進，由於甚受國人喜愛，因此未曾推廣，即已普遍栽培。

15.烏塌菜

烏塌菜又名塌棵菜，爲江浙一帶有名之蔬菜，於民國40年與青梗白菜同時引進，品質與風味均佳。喜好低溫，適合高冷地區栽培，平地在冬季雖可栽培，但品質較差，因此沒有青梗白菜那麼普遍。

16.野苦苣

民國55年，農復會自澳大利亞購進野苦苣種子一批，計有六品種，交台灣省農業試驗

所及台北區農業改良場試植。56年再自澳洲購買同品種種子一批。在田間生長情形甚佳，發育茂盛健壯，甚少病蟲為害，惟當時尚不悉野苦苣之軟化栽培，試植二、三年後而中止。至73年，桃園區農業改良場再從荷蘭引進一些新品種，並研究野苦苣在台灣軟化栽培之技術。74年後，辦理區域試驗、輔導農民種植、試銷歐洲、印製食譜鼓勵國人吃食、而大力推動。

17.青花菜

民國55年，農復會自澳大利亞購買蔬菜種子一批，其中包括野苦苣及青花菜等。台灣過去種植花椰菜甚多，但青花菜未曾種植過。青花菜與花椰菜雖略為相似，但種植及銷售青花菜，係經過多年之適應後，方始普遍栽培。

18.抱子甘藍

抱子甘藍在日據時期引進試種，但菜農種植意願不高，未再種植。光復後，直至民國56年始有較大規模之試種，種子係由美國一家冷凍食品公司所贈送，於56年及57年，前後贈送三批，共有四個品種，在六個試驗場所試種，生長情形尚佳，但抱子甘藍在台灣銷售情形一直不甚理想，故至今栽培尚不普遍。

二、改進栽培技術

1.洋菇合成堆肥試製成功

早期國外種植洋菇，均以馬糞為栽培材料。台灣馬匹甚少；如欲利用馬糞大面積種植洋菇，實不可能。因此台灣省農業試驗所積極研究合成堆肥之製作，於民國43年試植成功，對於發展我國洋菇產業貢獻甚大。民國54年，我國曾組團赴荷蘭，第一次參加第六屆國際洋菇科學研討會，各國代表對於我國能夠在很短期間內將洋菇發展成一大產業，甚感欽佩。當時歐美各國亦鑑於馬匹日漸減少，正打算開始研究人工合成堆肥之製作，而我國利用合成堆肥生產洋菇已推廣近十年。

2.馬鈴薯種薯催芽處理

民國43年至45年，農復會曾補助台灣省農業試驗所研究打破被馬鈴薯種薯休眠的簡易方法，參試的數種藥劑均甚有效，但其中以利用硫氰銨(Ammonium thiocyanate)催芽最為簡便，濃度為1/120，浸漬時間為1小時，於46年推廣。馬鈴薯種薯經催芽處理後，可以提早種植，亦可一年種植兩次，即9月份及12月份。因此推廣後，農民曾普遍採用。

3.首創蘆筍留莖栽培法

由於熱帶或亞熱帶地區冬季氣溫偏高，種植蘆筍冬季無法獲得休眠，蘆筍貯藏根內無法貯存足夠的養分，供來春嫩莖生長之需。因此長出來之嫩筍既瘦小，數量亦不多，毫無經濟價值。後由台北區農業改良場首創留莖栽培法，於蘆筍收穫期間，每株留母莖2～3支，藉莖葉之光合作用製造養分，以補充貯藏根內貯存養分之不足。採用留莖栽培法後，台灣蘆筍始能大面積栽培，而發展成為台灣的一大產業。

4.洋菇堆肥製作技術之改進

洋菇堆肥製作技術在台灣是一直在不斷地改進，早期堆肥，自民國42年至55年，堆肥堆積時間長達21～30天，翻堆次數6～7次，翻堆所需人工42～49人次(指一棟菇舍堆肥用量，栽培面積為50坪)。56年密閉式塑膠菇舍設計成功，堆肥可在菇舍內實施醱酵，切草方面亦發展出一種簡便的電動切草機，稻草可以切的很短，故56年至62年間，堆肥堆積時間只要14～16天，翻堆5～6次，翻堆人工30～36人次。61年密閉式塑膠菇舍全面採用，使洋菇單位面積產量倍增。63年發展出短期醱酵方法，63～72年間，大部分菇農採用本方法，堆積時間只要5～9天，翻堆2～3次，翻堆人工8～12人次。至73年更發展出菌床醱酵法，堆肥堆積1～7天間，隨時可以上床，任堆肥在菌床上進行醱酵，因此翻堆次數減少為1～2次，翻堆所需人工僅4～8人次。洋菇堆肥製作技術，每次之改進，不僅所需翻堆人工不斷減少，其他後醱酵加溫所需之燃料油，每次亦在減少，而洋菇單位面積產量隨著每次改進亦有增加。

5.建立馬鈴薯健康種薯繁殖體系

在早期，台灣所需之馬鈴薯種薯均係由日本進口。民國58年，農復會支援中央研究院從事馬鈴薯組織培養之研究，以獲得無病毒之種薯。研究兩年，成績斐然，並於61年建立馬鈴薯種薯初步繁殖體系，由農林廳種苗繁殖改良場繁殖基本種及原原種，豐原市農會及斗南鎮農會繁殖原種及採種，採種圃委託篤農家負責管理。自從日本北海道發現馬鈴薯受黃金線蟲污染後，我國即禁止再從日本進口馬鈴薯。所需種薯全部自行生產。目前我國已建立一套完善的馬鈴薯種薯繁殖及檢查體系，為我國種苗繁殖之典範。

6.大蒜健康種苗之繁殖

大蒜感染毒素病後，會顯著減產，嚴重者植株枯亡。民國61年，農復會補助鳳山熱帶園藝試驗分析研究發展大蒜無病毒蒜頭之繁殖，利用大蒜莖頂生長點培養可以得到無病毒之植株。惟蒜頭繁殖較慢，目前仍在繁殖健康種苗中，一俟有相當數量後，即提供農民種植。

7.草莓健康種苗之繁殖

草莓健康種苗之研究始於民國64年，66年即推廣採用。由於草莓係利用匍匐蔓繁殖，甚為簡易，農家多自行留苗，因此健康種苗推廣初期，採用情形不甚理想。之後農民逐漸了解健康種苗之優點，採用者方見增多。

8.露地洋香瓜之保溫栽培

自從推展設施園藝以來，使農民收益較大者，首推嘉南地區利用隧道式塑膠棚栽培露地洋香瓜。這種栽培方式係由台南區農業改良場所發展，於民國72年及73年試驗兩年後，74年示範7公頃，由於利用塑膠棚栽培露地洋香瓜，在早春可以保溫防寒，而能提早收穫，早期收穫之洋香瓜售價較高，使農民收益增加，因此推廣面積擴充甚速，75年有128公頃，76年超過300公頃，77年在500公頃以上。

三、蔬菜育種

蔬菜生產改進工作，由於早期多著重蔬菜之引種，及栽培技術之改進，因此蔬菜育種工作起步較晚，約在六十年代前後方鼓勵各試驗場所從事蔬菜育種工作。至民國65年有兩個洋蔥新品種育成，分別命名為「台南一號」及「台南選二號」。69年又有豌豆「台中十一號」及番茄「種苗一號」育成。自65年至79年，十五年間共育成28個品種，每年將近有兩個新品種育成，對蔬菜生產改進或提高蔬菜品質，均有莫大貢獻。其中不少抗病品種，如番茄種苗一號抗青枯病，番茄台中亞蔬四號抗嵌紋毒素病及青枯病，豌豆台中十二號抗白粉病等。耐熱品種如結球白菜亞蔬一號及桃園亞蔬二號，小白菜台農一號，番茄種苗一號及番茄台中亞蔬四號等。其他亦均屬品質優良品種。

四、建立蔬菜生產專業區

蔬菜生產專業區係於民國62年成立，為我國一大創舉，因世界各國並無類似組織。鑒於台灣農業為小農型態，每戶農家擁有耕地面積不大，家庭亦不富裕，故欲改善栽培環境實有困難。成立專業區後，由政府協助公共設施之建設，如開闢排水溝、灌溉系統、興建集貨場、蓄水池、修築農路等。每二十公頃左右成立一蔬菜生產隊，每隊補助蔬菜生產循環基金，由各隊自行管理，資金短絀時，隨時可以借貸。並鼓勵共同採購生產資材如種子、肥料、農藥等，以降低成本。所需資金較大之機械如耕耘機、曳引機、抽水機、高壓噴霧機等，由政府補助一部分。收穫之蔬菜，由農會協助辦理共同運銷。實施以來，成效十分良好，專業區面積年有增加，如62年專業區面積為739.70公頃，包括10個鄉鎮，生產隊有36隊，參加農戶有1,629戶。至80年，專業區面積已達2,583.07公頃，包括36個鄉鎮，生產隊為118隊，參加農戶有5,562戶。

結　　語

回顧台灣四十年來的蔬菜產業，由於我們都曾親身參予此一生產改進行列，回憶起來深感親切與欣慰。但社會是在不斷地進步與變遷，蔬菜產業既與民生息息相關，蔬菜生產改進工作不可一日有停。展望將來乃有賴各位共同努力，配合現實的需要，有計畫的規劃與改進，方能事半功倍，使菜農提高合理的收益，消費者得到鮮美精緻的蔬菜。

蔬 菜 產 業 之 現 況

鄭 義 雄

台灣省政府農林廳特產科

摘　　要

蔬菜爲我們日常生活佐餐之主要食品，年栽培面積及總產量，隨著人口增長年有增加，其中 5月至10月夏季蔬菜栽培面積及產量約佔總產量32％，而秋、冬季蔬菜佔總產量之68％。

近年來由於國民所得增加，生活水準提高，以及人口自然成長，對蔬菜的需求量及品質之要求均因而提高。爲因應國內消費需要，多年來本著「市場爲導向」生產原則，盱衡國內外供需情勢，研訂蔬菜生產目標及輔導措施並配合「台灣省農業升級重要措施」及「中央改善農業結構提高農民所得方案」辦理蔬菜生產改進計畫，輔導內外銷蔬菜生產技術改進及優良蔬菜品種示範推廣以及產品促銷，並擴大蔬菜生產專業區面積，獎勵農民蔬菜設施栽培，改善蔬菜生產環境設備及資材，以減輕災害損失，並辦理災後復耕同時輔導秋、冬季蔬菜與廠商辦理契作外銷，收購耐貯藏之蔬菜予以冷藏，加工貯存供夏季蔬菜不足時食用，以穩定供需，確保農民收益。今後將配合中央農業綜合調整方案及台灣省園藝事業發展方向與策略，積極推動省府發展地區農業及因應消費市場需求趨勢，力求蔬菜產品種類多樣化、經營企業化、品質精緻化，維護本省蔬菜產業持續發展增加農民收益。

蔬菜產銷概況

蔬菜爲我們日常生活佐餐之主要食品，近年來由於國民所得增加生活水準提高以及人口自然成長，對蔬菜的需求量及品質之要求均相對提高。依據台灣農業年報統計，七十九年蔬菜收穫面積184,399 公頃，僅次於稻米及水果，位居第三位，產量2,713,277 公頃，僅在甘蔗之後，位居第二，產值26,854,025千元，在水果及稻米之後，居第三位。七十九年本省蔬菜生產因連續遭受多次颱風、豪雨以及外銷加工蔬菜逐漸失去國外市場等影響，以致種植面積僅爲188,249 公頃，較七十八年種植面積200,519 減少12,270公頃，產量2,713,277 公噸，較七十八年產量2,954,561 公噸，減少241,284 公噸。惟較之民國34年面積35,319公頃，仍增加5.3 倍，產量則增加9 倍之多。

本省蔬菜種類繁多，達百種以上，其中主要根莖菜、果菜類計25種佔蔬菜總生產面積之85％。產區主要集中於中南部七縣市，合計面積141,753公頃，佔全省總面積之76.8％，產量2,118,518公噸，佔全省產量之78％。

面臨問題

一、氣候因素造成夏季蔬菜供需及價格不穩定：

七十九年天然災害從四月豪雨開始，接二連三遭受多次颱風、豪雨爲害以致菜價自五月份起扶搖直上，全年最高價格在九月份，以小白菜爲例七十九年產地每公斤全年平均價格爲14.5元，最低在二月份爲6.21元，最高在九月份爲27.26元。其他葉菜類蔬菜如空心菜、結球白菜、甘藍、芹菜等也都有類似情形。

二、冬季蔬菜生產過剩，價格下跌：

由於第二期作水稻收穫後之休閒農田，大部分農民均種植蔬菜，而秋冬季氣候冷涼病蟲害少，又無颱風豪雨爲害，是以蔬菜生長旺盛，因此種植面積甚廣，產量激增，容易發生產銷失衡，菜價偏低現象，尤其是在第一期作水稻即將插秧時，農田蔬菜必須全部採收，菜價大跌。而省內果菜市場囿於場地狹小，市場現代化設備不足，管理鬆散，行口商運用手段控制貨源，導致共同運銷受阻，百分之95以上共同運銷貨源集中於台北農產公司，在供過於求情形下，不但價格偏低，甚至無法銷售，遭致報廢情事，農民遭受無謂損失。

三、外銷蔬菜喪失競爭優勢，產業面臨極大困境：

本省外銷蔬菜種類包括有外銷加工蔬菜、外銷冷凍蔬菜及外銷鮮食蔬菜等，該等蔬菜分別在五十、或六十年代開始實施計畫生產外銷以來，產銷秩序穩定，並賺取大量外匯，其中洋菇罐頭最高外銷額曾達104,862,709美元，蘆筍罐頭爲135,658,724美元，對繁榮農村經濟貢獻極大。惟近年來農村人口外流嚴重，勞力缺乏，國內工資及各項生產成本高漲新台幣匯率大幅升值，加以鄰近地區如中國大陸、泰國、馬來西亞等大力推廣，挾其廉價勞力優勢，競爭國際市場，使我國原有產銷優勢盡失，產業面臨極大困境。

四、品種及栽培技術有待改進：

1. 品種及種子、種苗供應問題：現有蔬菜栽培種類，大多產於性喜冷涼又不耐濕之品種，在本省平地夏季高溫多濕氣候下，生長不易且容易罹患病害。又目前仍有許多蔬菜種子需賴進口，不僅無法配合生產時效，而且徒增成本負擔。
2. 機械化省工栽培困難：目前國內每戶蔬菜農家耕地面積狹小，同塊土地生長多種蔬菜，推動機械省工栽培困難。
3. 化學肥料施用不當造成土壤連作障礙：蔬菜屬短期性作物，同一塊土地一年可連續種植收穫七至八次，因此化學肥料施用次數頻繁，容易造成土壤酸化及發生連作障礙等問題。

4.病蟲害防治與農藥使用問題：本省夏季高溫多濕，加以地狹人稠，土地利用頻繁，因此病蟲害容易發生，蔓延迅速，農民用藥次數增加，因此如何教導農民安全用藥，值得重視。

發展策略及輔導措施

一、發展策略：

1.配合消費需要，採以市場爲導向之輔導原則，辦理蔬菜生產調查工作，掌握蔬菜生產供應動態，適時採取有效輔導措施，穩定產銷。

2.配合中央農業綜合調整方案，積極推動省府發展地區農業及因應消費市場需求趨勢，力求蔬菜經營企業化、產品多樣化、品質精緻化、降低生產成本、分散產期、穩定供需。

3.擴大蔬菜生產專業區（尤其是注重夏季蔬菜專業區），輔導農民蔬菜設施，獎勵改善蔬菜生產資材及環境，以減輕災害損失，並辦理災後復耕，以平衡供需，確保農民收益。

二、輔導措施：

1.輔導推行外銷蔬菜契約生產，穩定產銷：七十九年輔導洋菇46鄉鎮，竹筍23鄉鎮農會與工廠辦理農、工契約生產，訂定原料保證收購價格，訂定原料檢收規格，嚴格執行檢收並輔導農會共同運銷，嚴格控制品質，改進包裝以提高品質，同時評估內銷市場之需求，調適生產面積。此外於生產期間，透過各種媒體或編印海報，加強各項促銷工作，增加內銷市場消費量，另外加強新產品之研製與開發，以拓展銷售網面，並備遭遇天然災害時充裕蔬菜供應。

2.推行簡易設施栽培，穩定產量，提高品質：本省夏季高溫多濕諸多不利蔬菜生產因素影響蔬菜產量及品質，因此輔導在鄰近消費市場之鄉鎮（市區）及夏季蔬菜主產地區農民，搭建簡易塑膠布室設施栽培蔬菜，並以小包裝直接供應消費市場，已發揮穩定產量，提昇蔬菜品質，增加農民收益之效果，同時也深受消費者歡迎。簡易設施栽培自七十四年輔導以來至今全省栽培面積爲420處，每處0.1公頃，計42公頃，今後將配合市場供需，自然環境及農民意願，加強輔導辦理，期能專門生產高品質及精緻夏季蔬菜，穩定供需。

3.指導生產技術改進，提昇蔬菜品質：本省夏季高溫多濕，諸多不利蔬菜生長因素，如病蟲害、颱風、豪雨災害等影響蔬菜產量，品質至鉅，因此透過各區農業改良場及縣（市）政府、鄉鎮（市、區）公所、農會等單位，於蔬菜生產期間加强派員指導農民，每年至少召開改進栽培技術等講習會二次以上，邀請專家指導，以提昇農民生產技術及蔬菜品質。

4.輔導設置蔬菜生產專業區，充裕夏季蔬菜菜源，穩定供需，應台灣地區人口自然增加消費需要，自六十二年起陸續在本省蔬菜主要產區選設蔬菜生產專業區，截至目前輔導全省36個鄉鎮市區，組織生產隊118隊，面積2,583.07公頃，輔導農民配合市場需求，按月實施計畫生產。另輔導設置新品種栽培，產銷一元化示範區八處，面積78公頃，改善生產環境公共設施及生產資材，以促進蔬菜正常生長，提高單位面積產量，同時輔導辦理蔬菜共同

運銷以縮短運銷層次、降低成本。今後每年增設面積預定120公頃，以配合台灣地區人口自然增長消費需求，同時加強改進產銷，以充裕夏季蔬菜菜源，穩定產銷秩序。

5.辦理蔬菜災害防範，因應災害補救措施及穩定供需：每年夏季蔬菜生產期間，由於時常遭受豪雨、颱風爲害，影響產量，致供需失衡，發生菜價波動現象。因此在災前輔導農民使用各種不同之塑膠網覆蓋生長期中蔬菜，以減少災害損失，同時加强分散栽培地區，因應局部地區受災害時，發揮機動調節，穩定供需功能，減輕天然災害之衝擊。在災後訂定「菜園遭受颱風、豪雨注意事項」緊急獎勵農民復耕短期葉菜類蔬菜，補助復耕生產資材費用，每公頃3,000元，迅速恢復市場供應，今後若再發生類似災害時，仍將繼續加强辦理。

結　　論

鑒於台灣地區人口逐年增加，國民生活水準普遍提高，對蔬菜之品質與種類之要求也相對地跟著提高。因此往後應加强努力方向：在學術研究方面，宜加强有關基礎育種工作方面之研究及營養、生理方面人才之培育，並投入蔬菜試驗研究之行列，而試驗改良場所方面除了加强引進或選育適合本省栽培之耐高溫、耐濕性及抗病力强，營養價值高之優良品種，以解決本省夏季栽培蔬菜種類少、產量不穩問題外，對於現有品種在栽培技術改進上之試驗工作，也應加强積極辦理。舉凡株距、行距、灌溉、施肥、設施模式、土壤障礙之克服及管理等試驗，以及省工栽培方法，有關機械作業之研究，採收後處理技術、輪作方式等，都必須加速研究試驗。至於農政及有關推廣單位，亦應加强輔導蔬菜健康優良種苗制度之建立，適量增設一般及夏季蔬菜生產專業區，擴大栽培面積，分散栽培地區，以及有計畫性的推廣水生蔬菜生產，以減少災害損失，另推行機械化作業及省工栽培，倡導設施栽培，以生產精緻蔬菜，輔導採收後分級，包裝與直銷，災害防範及復耕措施，期使生產之蔬菜能夠達到產品多樣化、品質精緻化、安全化，進而穩定供需，增加農民收益。

蔬菜產業之發展

吳明哲 連忠勇

行政院農業委員會

前言

蔬菜爲民生必需品，其需求量隨所得及人口增加而增加。近年國內因生活水準提高，對高品質蔬菜需求殷切，爲應消費者需求，增加蔬菜面積、提高單位產量及品質、和提高農民收益爲蔬菜產業發展之重點。因此政府每年均投入大量經費，從事蔬菜生產之試驗研究、栽培技術改進及各項產銷配合措施，期能提昇蔬菜產業水準，增加農民所得。

依據臺灣農業年報統計資料顯示，蔬菜生產之特點：

一、重要農作物

以78年蔬菜生產情形爲例，收穫面積199,870公頃僅次於稻米(475,454公頃)、產量2,294,945公噸在甘蔗(6,850,546公噸)之後，產值30,786,556,000元，則屈居第三位落於水果(40,429,269,000元)、稻米(38,678,896,000元)之後，詳見表一。

表一 78年主要農作物收穫面積、產量及產值

種　類	收穫面積 (ha)	產　量 (MT)	產值(%) (千元)
稻　米	475,454	1,864,590	38,678,896(16.26)
蔬　菜	199,870	2,994,945	30,786,556(12.94)
水　果	188,634	2,439,822	40,429,269(16.99)
玉　米	98,371	380,405	5,550,452 (2.33)
甘　蔗	70,851	6,850,546	9,888,563 (4.15)
落花生	34,341	64,770	1,619,250 (0.68)
茶	23,914	22,130	1,294,605 (0.55)
花　卉	5,375	-------	2,795,937 (1.18)

資料來源：臺灣農業年報，臺灣省政府農林廳。

*蔬菜包函馬鈴薯、玉米包函食用及飼料用、甘蔗包函食用。

二、栽培面積、產量及消費量逐年增加

78年栽培面積爲200,519公頃、生產蔬菜2,954,561公噸、單位面積產量14,735公斤及每人每年蔬菜消費量122公斤較之民國34年面積(35,319公頃)增加5.7倍、產量(30 2,575公噸)增加9.8倍，單位產量(8,567公斤)增加1.7倍，蔬菜消費(38公斤)增加3.2倍，詳見表二。

表二　臺灣蔬菜歷年生產及消費概況

民國	種植面積 (ha)	單位產量 (Kg)	總　產　量 (MT)	平均消費量 (Kg/人/年)
34	35, 319(100)	8, 567(100)	302, 575 (100)	38(100)
40	78, 601(223)	7, 834 (91)	615, 789 (203)	63(166)
50	90, 556(256)	8, 991(105)	814, 182 (269)	57(150)
60	146, 706(415)	12, 032(140)	1, 765, 096 (583)	91(239)
70	221, 407(627)	13, 186(154)	2, 901, 853 (959)	116(305)
75	239, 707(679)	13, 049(152)	3, 127, 869(1033)	118(310)
78	200, 519(568)	14, 735(172)	2, 954, 561 (976)	122(321)

資料來源：台灣農業年報，台灣省政府農林廳

三、產區集中於中南部

蔬菜主要生產地區集中於中南部，以78年期農業年報資料主要栽培地區分別爲雲林縣37,317公頃、彰化縣24,797公頃、台南縣21,681公頃、屏東縣21,247公頃、嘉義縣17,525公頃、高雄縣15,267公頃、南投縣12,336公頃等七縣市，占總栽培面積之76％；產量分別爲雲林縣587,257公噸、彰化縣309,8977公噸、台南縣541,406公噸、屏東縣241,146公噸、嘉義縣230,269公噸、高雄縣185,282公噸、南投縣167,617公噸等，占總生產量之76.6％，詳見表三。

表三　78年蔬菜主要產區栽培情形

縣　　市	收穫面積 (ha)	百分比 (%)	產　　量 (MT)	百分比 (%)
雲 林 縣	37, 317	18. 86	587, 257	19. 88
彰 化 縣	24, 797	12. 53	309, 897	10. 49
台 南 縣	21, 681	10. 96	541, 406	18. 32
屏 東 縣	21, 247	10. 74	241, 146	8. 16
嘉 義 縣	17, 525	8. 85	230, 269	7. 79
高 雄 縣	15, 267	7. 71	185, 282	6. 27
南 投 縣	12, 336	6. 23	167, 617	5. 67
其　　他	47, 736	24. 12	691, 687	23. 41
合　　計	197, 906	100. 00	2, 954, 561	100. 00

資料來源：臺灣農業年報，臺灣省政府農林廳。

四、蔬菜種類繁多

依78年期農業年報列入統計之蔬菜種類計有43種，市售蔬菜逾百種，其中主要之根菜、莖菜、葉菜及果菜計有25種，占蔬菜總生產面積之85％，詳見表四。

表四　臺灣地區主要蔬菜收穫面積

種　　類	蔬菜名稱	收穫面積(ha)	種　　類	蔬菜名稱	收穫面積(ha)
一、根菜	蘿　蔔	5,722	四、果菜	西　瓜	21,364
	胡蘿蔔	3,162		毛　豆	9,607
				番　茄	7,020
二、莖菜	竹　筍	32,142		花椰菜	6,086
	芋　頭	5,812		香　瓜	5,386
	青　蔥	5,160		豌　豆	5,117
	蒜　頭	4,440		胡　瓜	3,426
	茭白筍	3,794		洋香瓜	3,171
	蔥　頭	2,385		菜　豆	2,516
	青　蒜	2,633		番　椒	2,509
				苦　瓜	2,015
三、葉菜	其他葉菜	11,015			
	甘　藍	8,863	五、其他	洋　菇	2,109(M^2)
	結球白菜	7,624		香　菇	3,515(MT)
	不結球白菜	5,432			
	蕹　菜	2,864			

資料來源：臺灣農業年報，臺灣省政府農林廳

目前蔬菜產業面臨之問題

一、蔬菜供應問題

蔬菜栽培適合冷涼氣候，臺灣地區位居熱帶及亞熱帶，蔬菜生產受限環境、栽培制度及土地利用關係，於夏季因高溫多雨，不適蔬菜生長；復有颱風豪雨危害，使蔬菜生產風險加大，所以造成夏季蔬菜(5～10月生產之蔬菜)供應不穩，每逢颱風豪雨來襲造成全面受害時即有短期供應不足現象，造成菜價飆漲。反之，冬季裡作蔬菜(11～4月生產之蔬菜)，因氣候適宜蔬菜生產，且有利用一、二期稻作空檔之休閒土地(亦即裡作蔬菜)大量生產蔬菜，故產量較豐(約占總產量之60％)，時有生產過賸，造成滯銷之困擾。

夏季蔬菜中，葉菜類所占比率較冬季少，加以體積龐大、不耐貯運、及每逢颱風豪雨來襲受害最大，因此夏季之葉菜類價格變化較大，頗受消費者關切，利用高冷地種植夏季蔬菜

，爲增加夏季蔬菜生產及穩定夏季供需之可行措施，惟高冷地種植夏季蔬菜，因涉及國土保安，政府並未大量推廣，而積極從事耐熱品種之選育、利用簡易防雨設施、改善栽培環境等，以增加夏季蔬菜供應。

二、農藥使用問題

由於氣候及環境關係，在臺灣地區從事蔬菜經濟栽培，爲確保產量及應消費者高品質要求，不得不使用農藥，而國人每天均需消費蔬菜，及消費量又大，因此蔬菜是否有農藥殘留或殘留之多寡，逐爲消費者最關切之問題。這個問題已逐漸形成全國矚目新聞，並爲蔬菜生產改良人員最大挑戰。面對這個挑戰，應儘全力去解決它，否則，勢必阻礙蔬菜產業之發展，削弱改良之成果。因此應從下列各點著手。

1.訂定各種蔬菜農業殘留標準，據以做爲品質測定之依據，以安定消費者信心，去除國人對農業殘毒之疑慮，乃是重點工作。

2.從栽培技術改進及配合安全用藥著手，以推廣低毒性農藥、減少農藥次數、或改採生物防治方式以達確保產量而又不造成農藥污染之目的。

3.抗病育種是免除農藥污染有效方法，選育抗病蟲害品種，可以減少農藥之使用，藉以生產安全又衛生之蔬菜。

4.採用簡易防雨塑膠網布室等設施栽培，以減少病蟲害感染源，也能減少農藥之施用。

三、蔬菜種子種苗供應問題

蔬菜年生產面積高達20萬公頃，所需種子數量非常大，遺憾的是，其中仍有許多蔬菜種子全部或大部分仍賴進口，例如：甘藍、結球白菜、球莖甘藍、洋蔥、毛豆、豌豆、洋芹菜、胡蘿蔔、菠菜、結球萵苣、大蒜等。此外，國產之種子有部分品質仍待改進，此一關係蔬菜生產之最重大之種子供應問題，亟待解決，始能使我國蔬菜產業達到自主之地步。

臺灣南部於秋冬季氣候冷涼及乾旱，適蔬菜採種事業，且產值又高，如能善加利用我國之技術、人力，生產蔬菜種子外銷爲有潛力之項目。

四、勞動力及省工栽培問題

蔬菜生產爲勞力密集之產業，近年農村勞力逐年減少及老化，使蔬菜產業面臨經營之困境。針對農村勞力逐年減少及老化之問題，最有效解決方法爲推行省工栽培，惟國內蔬菜生產，因面積小、同塊土地內生產多種蔬菜、且蔬菜種類繁多、組織極爲細嫩，推動省工等機械栽培極爲困難。

蔬菜產業發展擬採行之措施

一、穩定夏季蔬菜生產

㈠夏季蔬菜生產問題所在：

1.國內消費市場所見蔬菜種類逾百種，經濟栽培者超過四十種，大部份屬涼季蔬菜。台灣位處熱帶及亞熱帶之海島氣候，夏季期間常遭颱風、豪雨侵襲，且高溫、多濕又為病蟲害發生之溫床，因此生產夏季蔬菜成本較高，風險較大。

2.蔬菜食用部位為幼嫩組織，採收後仍具生命繼續行呼吸作用，而消耗養分及降低品質，為維護產品品質及降低損耗，需有極佳之採後處理及貯運設備，因蔬菜體積龐大，單價又低，貯存極不經濟。每年雖有颱風豪雨來襲，有災害發生時蔬菜受損嚴重，造成短期蔬菜供應不足及菜價上漲之現象，惟廠商、業者對貯藏或進口蔬菜興趣仍缺缺，而菜農已因蔬菜受損減產損失不貲，並未因菜價上漲而蒙其利。

3.一般夏季蔬菜生產因受限於天候，如無災害發生每易有生產過賸之虞，僅於颱風、豪雨來襲造成全面損害時，因蔬菜嚴重受損使短期內有供應不足之假象。如欲穩定生產，則需投入耐强風之防雨設施，以減少風害及雨害，該設施資本極高，以國內之長期偏低菜價，所投入之資金很難回收，農民亦無此意願。目前僅輔導成本較低之簡易塑膠網布覆蓋及架設簡易塑膠網布室，以降低颱風豪雨之損害及增進品質，惟颱風豪雨如强大，其受害亦無法幸免，且每年設置面積有限，助益不大。

㈡鑑於國內夏季蔬菜生產每年均稍有過賸，產地價格亦在成本邊緣，僅於颱風、豪雨來襲造成重大災害後，短期內蔬菜有供需不足導致菜價上漲之假象，因此建議採行措施為：

1.輔導既有之蔬菜產區，穩定夏季蔬菜生產：鑑於國內夏季蔬菜生產每年均稍有過賸，價格長年偏低，產地價格均在成本邊緣，僅於颱風、豪雨來襲造成重大災害時，短期蔬菜供應不足，菜價上漲，因此不宜再擴大生產面積，以防生產過賸，造成更大困擾。以輔導既有之蔬菜產區穩定夏季蔬菜生產；改善生產環境設施如排水、畦面覆蓋；改進栽培技術及分散栽培地區，以分散災害損失等措施穩定夏季蔬菜生產。

2.推動主要夏季蔬菜契作保價產銷：於北、中、南及東部蔬菜重點產區，輔導農民與農會契約生產，及辦理最低保價運銷，以確保蔬菜貨源。

3.購儲蔬菜調節供需：鼓勵民間業者及輔導農產運銷公司機動購貯耐儲運之根莖菜類儲存，調節供需。並依氣象局之颱風、豪雨預報資料，足以威脅臺灣時，即再大量購貯備用，以應災後蔬菜調節之需。

4.獎勵災後復耕短期葉菜類，期儘早生產應市恢復供需：每逢災害發生足以影響供需時，即請省農林廳透過各區農業改良場、縣市政府、鄉鎮市區農會輔導農民即時復耕，菜農如復耕一個月內能收穫之不結球葉菜類如青梗白菜、芥藍菜、莧菜、甕菜、萵苣、芥菜等，補助復耕資材費每公頃三千元，期災後三週後能開始採收應市。

5.夏季蔬菜之調節進口：一般蔬菜為准許進出口之貨品，鑒於上述之原因，每年於夏季均有貯運及國內較難生產之蔬菜進口，以應消費者特殊需要，價格很高，消費者並無法享受廉價蔬菜；而於平時因菜價長年偏低貿易商無利可圖不會進口；僅災害發生後，菜價上漲時貿易商認為有利可圖才會申請進口，俟該蔬菜進口運抵國內時(約需三週)，國內復耕蔬菜已開始採收應市而造成競銷，如此農民復耕蔬菜將又再受二次損害，血本無歸，將造成反彈及請政府補助損失，困擾極大；另進口廠商進口蔬菜亦遭受損

失。該惡性循環將導致農民不敢貿然生產夏季蔬菜，如此恐非生產者及消費者之福。此乃爲政府不願專案進口蔬菜調節供需之原因。

二、耐熱抗病蟲害品種之選育

因耐熱、抗病蟲等種原均爲野生狀態，具葉片小、厚實、蠟質及濃密之絨毛等顯性遺傳特性，爲引入耐熱抗病蟲害特性而進行雜交育種時，一併將該不良特性引入，因此耐熱抗病蟲害品種之選育，尚有諸多困難亟待解決。

農委會爲强化國內種原，除透過各種管道交換種原外，已數次派員赴世界各原始中心搜集，現又將在臺灣省農業試驗所設置國家種原庫，以充實各種種原，以利雜交育種工作，突破蔬菜耐熱抗病蟲害品種之選育。

三、設施保護生產

爲克服夏季不利蔬菜生產之氣候，採用保護設施之生產方式應屬可行。部分比較嬌嫩之葉菜類之栽培，可採現行之簡易防雨之塑膠網布室，生產高品質蔬菜。

如欲達防颱風以達穩訂夏季蔬菜生產，需搭建能耐十六級以上强風之玻璃溫室設施，該設施如能運轉每公頃需經費四千萬元，該設施投資經費龐大非一般農民所能單獨負擔，如由政府補助一半經費投資生產設施蔬菜，以國內蔬菜產地價格常年偏低狀況，投入資金很難回收，農民興趣缺缺。目前該設施儘量應用於試驗改良場所，以試驗精密之基礎試驗研究爲主，短期之內恐難適用。

結　　論

臺灣地區位居熱帶及亞熱帶，夏天雖有颱風豪雨、冬季有不時之寒流，惟尙不致影響蔬菜生產，發展蔬菜產業潛力很大。目前產業發展之方向將做部分調整，以往以生產及外銷爲導向之產業，因新臺幣已大幅升值，國內生產成本高漲，外銷已面臨困境，該以外銷爲導向之產業應予調整，輔導生產高品質蔬菜供應國內市場鮮銷，將以往以生產爲導向之產業，調整該惟以銷爲主之產業。

因此發展國內蔬菜產業，應以下列各項爲重點：

1.降低夏季蔬菜生產之風險，以穩定夏季蔬菜供需。

2.教導農民合理施肥技術及安全用藥，以改善蔬菜內在品質。

3.調整各試驗改良場所工作重點由育種轉移爲栽培技術之研究，裨益於產量之確保，品質之提高。

4.蔬菜生產之育苗、施肥、噴藥、採收後處理部分能配合機械或自動化者，應調整配合，以達省工栽培之目的。

5.部分病蟲害問題無法以育種解決者，可考慮育苗及生產分開進行，藉以減輕感染機會及損害程度。

蔬菜種源之收集及保存

張有明 蕭吉雄

臺灣省農業試驗所園藝系

摘要

近年來，歐美及許多先進國家，均瞭解到遺傳變異材料的收集和保存對作物品種改良上的重要性，紛紛成立了設備完善的種源庫（germplasm bank）。本省近年來也由於農業的專業化，農業經營型態有了顯著的改變，加上種苗商積極的推廣一代雜交品種，致使一些適應本省自然環境，又含豐富遺傳變異質的種源逐漸消失；行政院農業委員會有鑑於此，故於民國六十五年籌設『園藝作物種源庫』，由台灣省農業試驗、各大學及改良場等共同執行，進行蔬菜種源之收集。近年來政府更積極並擴大其規模成立『國家生物種源庫』，並引進種源保存新觀念與新技術及籌設中、長期保存庫，以保存各類作物、菌種、森林、畜牧、水產之種源，而農作物種源庫之總部『國家作物種源庫』則設在農試所，由此可知種源保存工作的重要性。

種源保存是一有系統而持續性的工作，包括幾個重要的工作－收集、登錄、繁殖、調查、評估、保存與利用。本文將就國外種源保存的現況及目前本省蔬菜作物種源庫的執行情形作一概述。

前言

紐約市植物園（Botanical Garden）亞洲計劃部主任小山鐵夫說：「誰控制種子，誰便控制這個世界。」，他指的種子就是一般所說的種源（germplasm）（何，1986）。種源是育種家賴以育成新的優良品種的泉源，是品種改良的原動力；因此近年來，歐美、日本等許多先進國家，均了解到種源（遺傳變異材料）的收集和保存作物品種改良上的重要性，紛紛成立了設備完善的種源庫（germplasm bank）；經統一規畫由專門機構，有系統的負責有關種源的收集、檢疫、繁殖、調查、評估、保存與利用的工作事宜。本省近年來也由於農業的專業化，農業經營形態有了顯著的改變，加上種苗商積極的推廣一代雜交品種，使得農民不再自行保留原有的地方栽培種；然栽培已久的地方品種或固定品種，乃是歷經天然可能遭遇的不良環境變化或人爲的措施而保存下來，其含有豐富的遺傳變異質，對育種、遺傳等研究工作的進行非常重要。

此篇除簡介美、日、中國大陸及韓國對作物種源保存的運作情形，及一些有關蔬菜收集、保存的國際機構外，並報告本省有關蔬菜種源的收集、保存……等的工作現況。

日 本

二次大戰前及戰後初期日本對於種源的收集，均仍由各研究單位自行依須要而有零星的收集，日本於1966年才正式成立「國家種子貯藏庫」（Ito & kumagai, 1969），有計畫、有系統的進行種源收集，到1969年已收集、保存一萬個種源。農林水產省爲因應廿一世紀時代的需要，擴大遺傳資源的工作，遂於1983年在筑波科學園區設立農業生物資源研究所（農林水產省，1988），組織架構如表一，其主要目標有四：

1.進行遺傳資源的收集、保存、分配和應用技術的開發。

2.作物生態、生理機能的分析與研究。

3.DNA遺傳組的改變、組織培養、放射線利用等的技術與基礎研究。

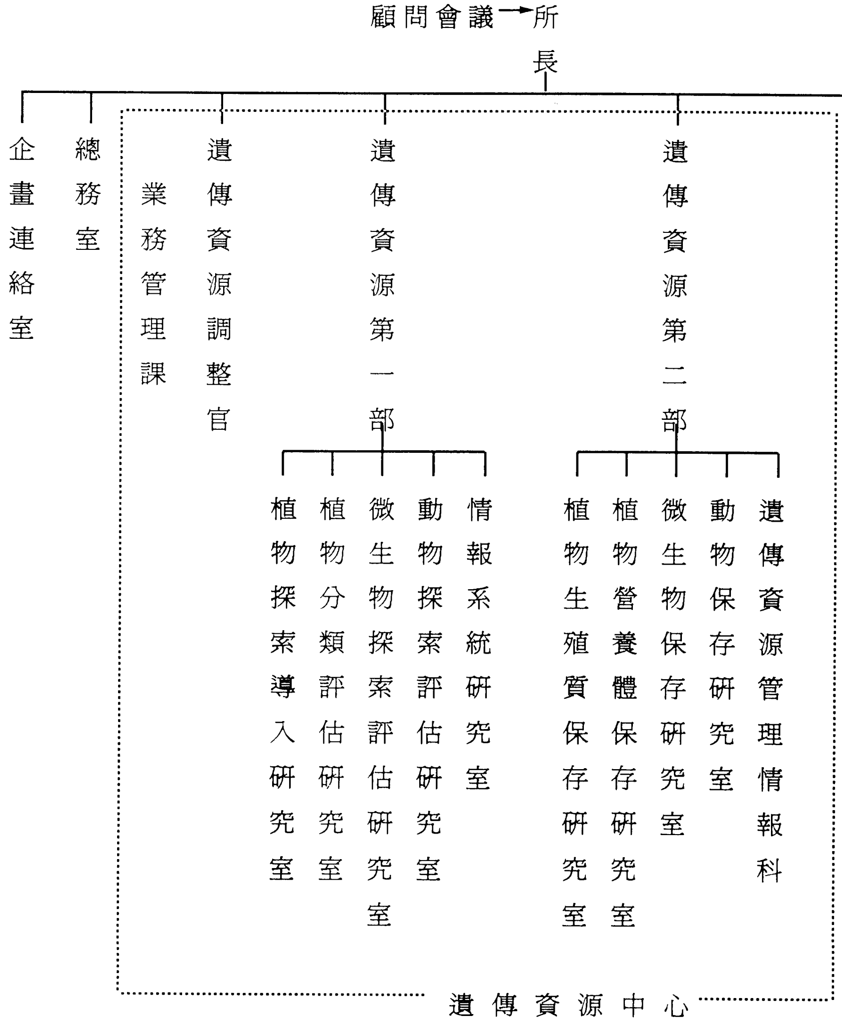
4.尋求新的生物資源與材料的開發。

並將所獲得的資訊、材料提供日本國內研究機構、大學或民間，並作爲國際上種源交流之用。並於1986年成立了新的遺傳資源中心，負責植物、生物的遺傳資源保存；有關植物種子的保存主要分爲兩部份，一爲設在植物遺傳資源管理設施新廈內的長期貯存種子庫，貯藏條件爲零下1℃，相對濕度是30％左右，以機器人自動取樣（單一塑膠罐），設備新穎。另一個是永久性之保存貯藏庫，距新的種子庫約2.5公里，貯藏條件爲零下10℃，相對濕度亦維持在30％左右，種子裝入不透氣密閉的塑膠罐中，原則上每一樣品一罐，但大粒種子則裝兩罐以上，最多高達四罐；塑膠罐再放置在鋼架的種子盤上，必要時亦可自動取出種子盤供取樣之用，總共大約可貯存十五萬份種源。除了種子貯藏庫外，尙有種子乾燥室、種子保存作業室、發芽試驗室、標本鑑定室、資料處理室、超低溫冷凍保存室……等，爲頗具規模的現代化種源保存及研究機構。

美 國

早在1862年美國農業部（U.S. Department of Agricultural, USDA）成立時，即建立一套正規而有系統的植物引種辦法，因此美國國家種源制度相當完善（林，1982；Clark et al, 1989）。表二中，"國家植物遺傳資源理事會" (National Plant Genetic Resources Board, NPGRB）爲全國種源最高單位，爲提供部長意見的幕僚單位，負責政策的制定與經費的分配。其種源之蒐集、保存、評估及交換係透過國家植物種源系統（National Plant Germplasm System，NPGS）來運作，以農業研究處（Agricultural Research Service, ARS）爲中心，有國家植物種源委員會（National Plant Genetic Committee, NPGC）負責聯邦、州、私人機構有關種源事務之協調、諮詢和政策之建議，全國又分設四個區域，各區有區域性技術諮詢委員會（Regional

表一　日本的農業生物資源研究所組織

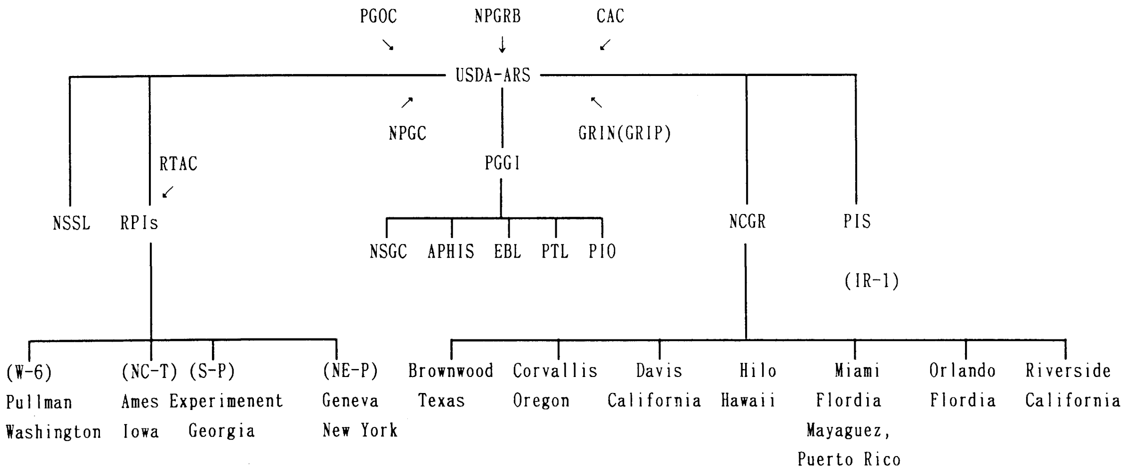


★如：生物遺傳資源協議會

Technical Advisory Committee，RTAC），提供給各區植物引種站（Regional Plant Introduction Stations，RPISs）的技術性指導和政策建議。另有針對單項作物的作物顧問委員會（CropAd visory Committee，CAC），對各項單一作物之種源活動計畫及種源貯存與特性調查提出建言，等等這些相關技術諮詢委員會所組成的諮詢小組（Advisory group）的配合形成一個種源收集、保存、研究與開發利用的運作網。下設有植物遺傳資源研究所（Plant Genetic and Germplasm Institute，PGGI），由植物引種辦公室（Plant Introduction Office，PIO），植物分類研究室（Plant Taxonomy Laboratory，PTL），經濟植物研究室（Economic Botany Laboratory, EBL），國家小穀類收集中心（National Small Grains Collection, NSGC）等單位組成，負責種源之收集、引種、交換、利用開發及資訊全國連線作業等業務；另有動植物檢

疫機構（Animal and Plant Health Inspection Service，APHIS）進行引進種源的隔離與檢疫工作。

表二　國家植物種源系統（NPGS）



APHIS: Animal and Plant Health Inspection Service 動植物檢疫中心
CAC : Crop Advisory Committee 作物諮詢委員會
EBL : Economic Botany Laboratory 經濟植物研究室
GRIN : Germplasm Resources Information Network 種源資訊網路系統
GRIP : Germplasm Resources Information Project 種源資訊系統計畫
NCGR : National Clonal Germplasm Repository 國家無性繁殖種源保存園
NPGC : National Plant Germplasm Committee 國家植物種源委員會
NPGS : National Plant Germplasm System 國家植物種源系統
NPGRB: National Plant Germplasm Resources Board 國家植物遺傳資源理事會
NSGC : National Small Grains Collection 國家小穀類收集中心
NSSL : National Seed Storage Laboratory 國家種子貯存試驗室
PGGI : Plant Genetic and Germplasm Institute 植物遺傳資源研究所
PGOC : Plant Germplasm Operation Committee 植物種源技術指導委員會
PIO : Plant Introduction Office 植物引種辦公室
PIS : Potato Introduction Station 馬鈴薯引種站
PTL : Plant Taxonomy Laboratory 植物分類研究室
RPISs: Regional Plant Introduction Stations 區域性植物引種站
RTAC : Regional Technical Advisory Committee 區域性技術諮詢委員會
USDA-ARS: USDA Agricultural Research Service 美國農業部農業研究處

配合四個與聯邦及州政府共管的區域性植物引種站（圖一），各引種站有其優先繁殖野生種或引入之各類作物種源的職責，以提供連續而安全的保存；有關重要的蔬菜種類和保存地點詳如表三。馬鈴薯引種站（Potato Introduction Station，PIS），（位於威斯康辛州的Sturgeon Bag，從事馬鈴薯種源之保存，包括用種薯繁殖及生長點組織培養方法來維持營養系）。國家種子貯存試驗室（National Seed Storage Laboratory，NSSL）成立於1957年，位於柯羅拉多州之Fort Collins，為美國唯一從事種子長期保存之機構，有十個種子貯存藏室可容納250,000 accessions，平均每個accessions約重200公克，採眞空鐵罐或鋁箔袋包裝，貯藏在零

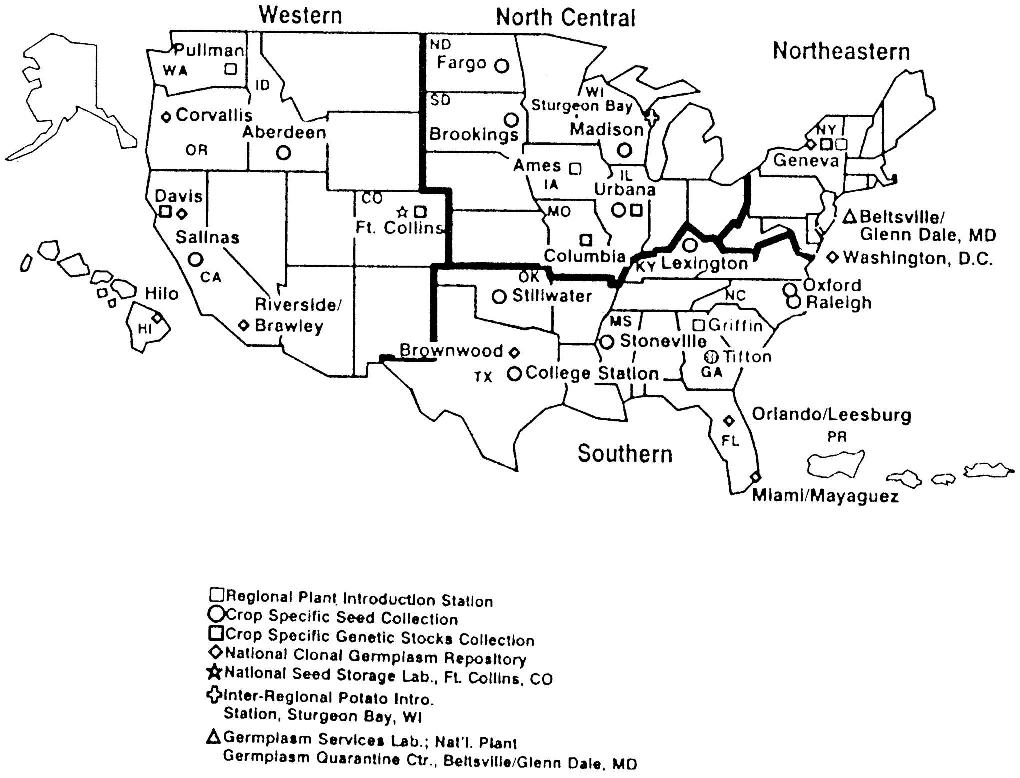
下18℃，相對濕度40～50％下，目前保存對象包括引進之種源、最近發表或已不用的品種、自然受粉品種、親本品系、遺傳材料（genetic stocks）、辨識判別用寄主（differential host）植物、指示植物和典型標本（type specimens）…等，其它具有潛力之種源，亦均可納入貯存。除種原保存外ＮＳＳＬ亦從事貯存期間種子發芽率下降、活力退化及遺傳改變等問題之生化、生理研究，並討論種子含水量、貯藏環境、包裝材料之間的關係。並注意超低溫冷凍（-196℃）保存種子、花粉及植物組織的貯存技術之研究。和八個國家無性繁殖種源保存園（National Clonal Germplasm Repository，NCGR），其中除草莓是屬於蔬菜作物外，保存的大都是以無性繁殖爲主的果樹種源。

表三 區域性引種站保存的中重要蔬菜種源

Crop	Accessions in collection	Maintained by
Beans, *Phaseolus* spp.(26)	6034	W-6(Pullman, Wash)
Cabbage, *Brassica oleracea.* (1)	626	W-6(Pullman, Wash)
Cantaloupe, *Cucumis* spp.(20)	1729	S-9(Experiment, GA)
Cowpea, *Vigna* spp.(19)	1623	S-9(Experiment, GA)
Cucumber, *Cucumis sativus* (1)	537	NC-7(Ames, IA)
Lettuce, *Lactuca sativa* (1)	476	W-6(PUllman, Wash)
Onion, *Allium* spp.(76)	544	NE-9 & W-6
Pea, *Pisum* spp.(3)	1708	NE-9(Geneva, N.Y.)
Pepper, *Capsicum* spp.(8)	1728	S-9(Experiment, GA)
Potato, *Solanum* spp.(82)	3000	IR-1(Sturgeon Bay, WI)
Tomato, *Lycopersicon* spp.(6)	3500	NC-7(Ames, IA)
Winter squash, *Cucurbita maxima.*(1)	250	NE-9(Geneva, N.Y.)

*Number in parentheses indicates number of species in collection

美國農部爲滿足國家植物種源系統（NPGS）使用者的不同需要，認爲有必要成立一套全國性的資訊系統；於是和有關單位進行一套種源電腦資訊系統計畫（Germplasm Resources Information Project，GRIP），依照資訊使用者的不同需要分爲兩大類，一類是提供資訊者，此類包括蒐集、保存、分送種源及資料的人員或機構，另一類爲資訊需求者，此類包括使用種源及其相關資料的人員，如育種家、科學家及其它研究學者。目前美國植物種源方面所使用的這套電腦軟體系統稱爲種源資訊網路(Germplasm Resources Information Network, GRIN)。美國的種源制度就是由以上這些組織機架構成一個完整的國家植物種源系統（NPGS），提供完善而有計畫有系統的種源收集、保存工作。



圖一　國家植物種源系統所屬單位的地理位置

中國大陸

中國大陸在1950年即開始農作物品種資源收集（朱等人，1989），1980年左右還進行大規模的作物種質資源考察如雲南省作物種質資源綜合考察、西藏自治區作物種質資源綜合考察…等，經過多次的考察、收集及國外引種，目前已收集、保存三十萬份以上作物種質資源。而為了長期保存已收集到的種源，中國農業科學院於1980年代起在北京先後建立了 1 號和 2 號國家作物種質庫，用以集中保存已收集到的國家作物種質資源。大陸種源保存研究甚為積極，尤其是無性繁殖作物和頑拗型（異貯型，recalcitrant）種子方面。而有關組織培養、超低溫冷凍保存和種子入庫前處理等技術的開發也均有深入的探討。並出版了一本有關這方面的作物種質資源保存的精彩論著共39篇（馬，1989）。

有關蔬菜的種源收集與調查是從1955年著手進行，至1965年已收集到1700餘份地方品種；文革期間中斷，后於1980年代又開始品種的收集與特性調查，並將所收集、調查的品種特性和有關種源保存的研究資料輸入電腦以建立資料檔案，種子則歸入國家長期貯存庫保存。

韓　國

韓國最早的種源保存紀錄，是從1906年勸業模範農場設立時，才開始利用常溫（室溫）保存地方品種，到1962年改由政府機構農村振興廳作物試場進行短期的種源保存工作，並於1975年訂定植物遺傳資源管理規則。在1976年設置了短期、長期種子貯藏設施以集中保存種源後，於1988年又添置符合國際標準的種子銀行（gene bank），其長期保存庫可容20萬個樣本，在零下18℃不結霜以不透氣鋁箔密封的情況下，保存年限可長達700年，而短期保存庫可保存2萬個樣本，放在4℃，相對溼度40％的玻璃罐中，保存年限亦有60年之久（農林振興廳，1989）。其運作情形如下（表四）：

本省蔬菜種源保存之現況

本省近年來由於工商業高度發展及農業專業化的結果，農業經營型態有了顯著的改變，加上種苗商積極的推廣一代雜交品種，使得農民不再自行保留地方品種或舊有的栽培種，致使這些適應本省自然環境，又含豐富遺傳變異質的種源逐漸消失；行政院農業委員會（前農發會）有鑑於此，爲免許多具優良變異性的地方固有品種遭淘汰與被廢棄的命運，故於民國六十五年召集有關單位之專家、學者及研究人員等籌設『園藝作物種源庫』（張，1982），先由國立中興大學主辦，後由台灣省農業試驗所接辦，和各改良場共同執行該計畫。並有亞州蔬菜研究發展中心及國立台灣大學農學院附設山地實驗農場協助合作，先以收集蔬菜作物爲主，逐年的擴大加入花卉、果樹、雜糧…等作物。近年來更積極並擴大規模，成立『國家生物種源庫』（鄧等人，1988），集合各類的種源保存機構以保存作物、菌種、森林、畜牧、水產等之各類種源，而農作物種源庫之總部『國家作物種源庫』則設在農試所。

種源保存工作，繁雜而瑣碎，包括幾個重要的工作－收集、登錄、繁殖、調查、評估、保存與利用。

一、種源收集及登錄

種源收集首先要知道，所蒐集作物的原產地（原生地），俄國人Vavilov依重要的作物爲分類，將世界分成八個主要原始中心（盧，1962），在原始中心附近，往往存在一些具有對環境適應性强或某些抗（耐）病害的當地栽培種、野生種或近緣種，因此作物原生（產）地的種源收集是相當的重要，圖二是一些重要蔬菜的世界地理分佈情形。另外適應某一地區或氣候的地方栽培種也是重要的收集目標，如原產溫帶的甘藍，在本省早期有一由大陸沿海地區傳來的栽培品種叫「葉深」甘藍早期栽培普遍，經長期的馴化已能適應臺灣氣候，成一耐熱的地方品種，雖然現已無人栽種，但它是育成耐熱品種不可缺少的親本之一。另原產中國北方的結球白菜有一品系傳到華南沿海漳浦一帶，因而蘊育出耐熱的漳浦系統的結球白菜，目前本省耐熱早生的品種均有漳浦的血統，均在在說明地方栽培品種的重要性。

表四 韓國RDA種子銀行的作業流程

利 用 機 關

users community

供研究機關、學界、業界等遺傳資源，便於活力更新，特性調查評估利用，開發尖端技術與育成新品種……

↑ 提供 資訊、材料 ↑

↓ 接受 資料、材料 ↓

種 子 銀 行

RDA gene bank

訂定基本計畫，遺傳資源收集、相關資訊電腦化，保存種源與國內外機關進行贈予工作。

遺傳資源委員會

germplsm advisory committee.

有關遺傳資源的蒐集、引種與評論等基本計畫的協商。

探索蒐集

exploration and collection.

國內外獎勵品種，在來種野生種與近緣種的蒐集與引進，防止消滅危機。

保存

conservation and storage.

種子繁殖或非種子（無性）繁殖的遺傳資源保存與研究。

國際合作

international cooperation.

與國際機構合作進行種源的交換與研究人員的交換。

資源的評價與基礎研究

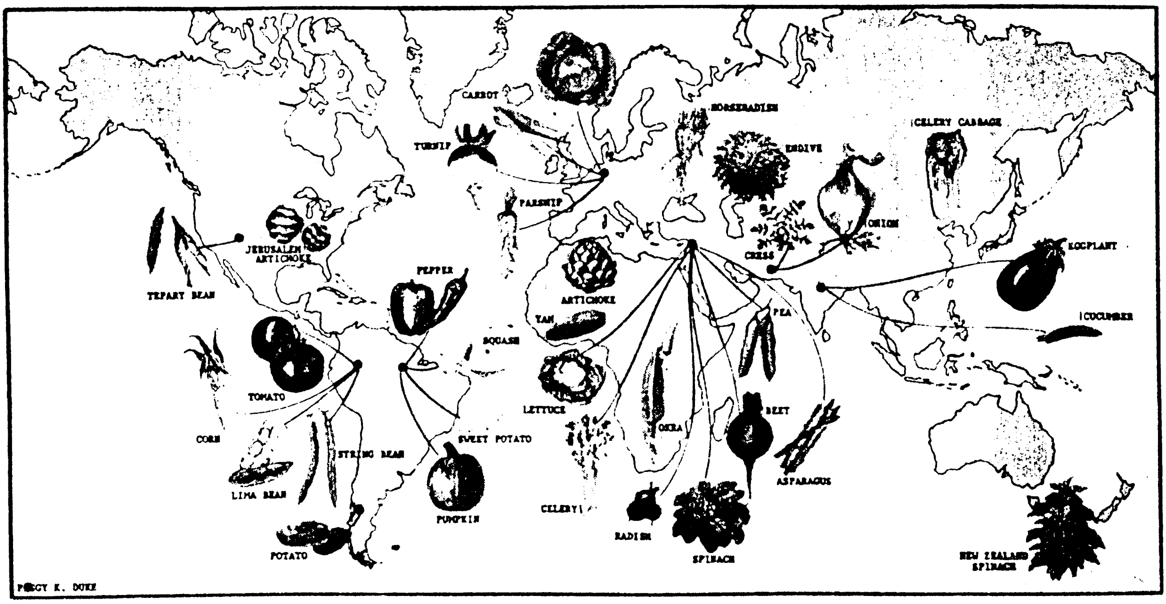
evaluational and research.

遺傳資源長期貯存的活力檢定和相關基礎研究。

情報（資訊）管理

documentation and information management

遺傳資源的來源資料、特性評估、資料電腦化…等利用體系的建立。



圖二　部份蔬菜的原始中心

因此品種收集目標以目前本省或過去栽培的自然授粉品種，或具特別的遺傳變異材料（如耐熱性、抗病性）及本省各研究機構所培育出之新品種，並包括由國外種源保存機構（表五）或育種研究場所引進的當地栽培種、地方品種或抗病材料等。光復前本省早期蔬菜大都由大陸移民台彎時帶進台灣或由日本引進；光復後初期各試驗所、改良場，分別由日本、美國，引進一些瓜類和十字花科品種；而較具規模要算1955年台灣大學農學院顧問斯乃克先生，由美國引進35種蔬菜，計153個品種爲最（農林廳、農試所，1958）。政府非常重視國外種源的收集與利用，因此在民國56年就有計畫的派遣專家組成引種團到大洋洲、中南美洲及西印度群島等地（中國農村復興聯合委員會，1967），進行有目標的大規模的國外種源收集，成果豐碩共蒐集了117種園藝作物計891個品種，其中蔬菜有44種268個品種（系）。第二次組團收集種源是在民國59年前往中東地區，如以色列、黎巴嫩、土耳其、伊朗等地及東南亞的泰國、馬來西亞、新加坡和印尼等地，共收集了168種作物573個品種（中國農村復興聯合委員會，1970）。此後十幾年未再有規模有計畫的出國收集，其間陸陸續續由海外會農技團、蔣秘書長彥士、出國考察團或個別單位自行引入。由於近年來抗病性、耐熱性和耐濕性等品種需求的日愈迫切，因此於民國75年再次（第三次）組團前往中南美洲（哥斯大黎加、巴拿馬、哥倫比亞和秘魯），歐洲（英國、挪威、義大利、法國）和以色列，這次是以園藝作物爲主共有192種作物759個品種，其中蔬菜有44種295品種(行政院農委會、農業試驗所，1986）。而最近的一次則是在76年時前往印度、斯里蘭卡和肯亞等地，以耐熱性材料爲主，共收集110種作物745品種。將這些收集來的種子，均詳實記載收集時間、地點、作物品種名稱（包括地方名）、學名、來源及重要性狀等資料，並依序賦予編號和登錄，再分送各相關單位試種、評估和利用。

表五　國際性蔬菜種源保存中心

(1)International Center for Tropical Agriculture (CIAT)
Location：Colombia
Collections：dry beans (*Phaseolus vulgaris.*)-10,000 entries\being made.
(2)International Institute of Tropical Agriculture(IITA)
Location：Nigeria
Collections：chick peas(*Cicer arietinum.*)-9,000 entries, yam-collection being made.
(3)All-India coordianted research porgram on pulses
Location：India
* U.S.D.A cooperateson collection. ICRISAT* will take over research responsibility.
pigeon peas (*Cajanus cajan.*)-5.000 entries
* ICRISAT will also take over research.
(4)International Potato Center (CIP)
Location：Peru
Collections：white potato (Solanum spp.)-10.000 entries
(5)Asian Vegetable Research Development Center (AVRDC)
Location：Taiwan R.O.C
Collections：chinese cabbage (Brassica campestris var. pekinensis.)-800 entries
tomato (lycopersicon esculentum.)-5.000
snapbean,mustard,cauliflower,radish,
sweet pepper,----800

★ ICRISAT＝International Crops Research for the Semi-Arid Tropics, Hyderadad, India.

截至目前『蔬菜作物種源庫』共蒐集保存有性繁殖作物十八科六十九種，八仟餘品種（系）（表六），及無性繁殖作物共八科十種六百餘品種（系）（表七）分由各單位保存，本所目前保存十字花科、瓜類等蔬菜種子計十四科五仟餘品種（系），另保有馬鈴薯、蕁菜、芋頭等無性繁殖作物有三百八十餘種。

二、種源繁殖

蔬菜大多爲短期作物，且用種子繁殖，少部份用無性繁殖（如大蒜、草莓、馬鈴薯等），因此保存也以種子方式爲主。一般種源收集之種子（苗木）往往數量不多，且不知是否帶有病害或虫卵，因此均先行隔離檢疫，試種觀察，同時大量繁殖種子供儲存及交換之用。栽培繁殖目的在於採種，因此必須對品種特性（如日照、溫度、光週期）相當的瞭解，要適時適種才能獲得最完整的品種特性資料和採到量多且質優的種子，如瓜類之短日品種在本省要秋冬播，才會開花結果。自交作物採種較爲簡單，而異交作物則需注意隔離，每一品種(系)間不可混雜。一般每個品種約20～30株，然異交作物常有自交不親和性(Self-incompablity)

表六　本省蔬菜種源庫有性繁殖作物保存品種(系)數*

科別	作物種類	品種(系)總數
葫蘆科	11	1636
十字花科	13	1726
蝶形花科	9	1271
繖形花科	7	43
唇形花科	1	2
茄科	4	2857
蔥科	5	141
菊科	6	62
藜科	3	22
莧科	1	165
楝科	1	1
旋花科	1	76
禾本科	2	3
百合科	1	2
蕁麻科	1	1
洛葵科	1	2
錦葵科	1	20
胡椒科	1	1
合計	69	8031

*不含亞洲蔬菜研究發展中心

表七　本省蔬菜種源庫無性繁殖作物保存品種(系)*

科別	作物種類	品種(系)總數
茄科	馬鈴薯、香瓜梨	383
睡蓮科	蓴菜、蓮藕	2
蔥科	大蒜	74
天南星科	芋頭	21
莎草科	荸薺	11
百合科	金針菜	92
蘘荷科	薑	81
唇形花科	草石蠶	1
合計	9	665

*不含亞洲蔬菜研究發展中心

致種子減少，或有自交劣勢（inbreding depression），的現象，如此之族群將不夠保有原品種特性，因此族群須擴大。而須低溫才會開花之十字花科蔬菜，則需經人工低溫春化處理或移至高山接受低溫處理，再移回平地，才能促其抽苔開花授粉。授粉是採用同一品種（系）混合授粉的方法，例如十字花科同一品種（系）約種150－200株，一般用紗網罩住，要罩之前先把已開過的花或結的莢果摘除，罩後3～4天利用蜜蜂或花虻等昆虫授粉，一般株數少可採用毛筆、軟毛刷子等行人工授粉，每2～3天授粉一次，經3～4週後，摘除新抽出或多餘未授粉之花序，即可將網罩打開，以利結莢及成熟（林等人，1983）。無性繁殖作物如馬鈴薯則用薯球，每年定期繁殖，另一部份則用組織培養方法進行試管微體繁殖保存工作，為避免生長太快，增加繼續培養次數；培養基中加入生長抑制劑以減少因繼續培養所引起的變異，並節省勞力。水生植物蕹菜、芋頭則用塑膠桶或小水池，低窪地分別種植。

三、種源調查與評估

由於作物種類多，調查項目不盡相同，因此印製了好幾十種的蔬菜特性調查表，依特性程度上的不同而分等級，等級間均以代號表示，利於資料的電腦建檔，供日後查詢及種源利用或交換之用。作物特性的調查是從播種就開始，如種子的發芽率、萌芽天數一直調查到生長勢、著果習性、果實特性、病虫害…，項目很多，最耗費人力，但也是最重要的步驟；是提供研究者評估這些種源將來如何利用於作物品種改良的依據。調查之品種特性資料由農試所彙集成冊並出版，函送各學術單位或研究場所，供參考利用。目前已陸續出版有『蔬菜作物種源庫指引』（林等人，1983）、『瓜類種源圖說』（林等人，1985）及『茄科種源圖說』（蕭等人，1987）。

四、種源保存

收集或採收所得到的種子，首先進行發芽率及各項品質（如含水量）之測定，一般儲存品種之種子活力必須達80%以上，才列為儲藏對象及具有長期儲存的價值；而種子含水量影響種子壽命很大，一般種子在採收後應迅速給予乾燥處理，一般烘乾溫度以不超過40℃為原則，且烘箱要有送風裝置，種子儘量避免重疊，並適時翻動，儘快在1～2天內完成乾燥手續；種子之標準含水量依作物不同而異，一般在5～15％間之含水量即可儲存，例如番茄、中國白菜儲存合適含水量為6％，大部份的豆類蔬菜為8％。有報告顯示含水量每降低1％，儲存壽命可延長一倍，因此種子含水量的控制很重要。溫度對種子之貯存亦很重要，因此合於儲藏之種子即密封於種子袋，用塑膠罐裝存，再置於相對濕度（RH）50％以下，溫度在3～5℃的低溫冷藏庫中保存（林等人，1983）。無性繁殖作物保存分兩種，一種是種薯保存是保存在相對濕度80%以上，溫度在3～5℃的高濕低溫庫中，現有庫存馬鈴薯一百餘品種（系）的種薯；若為多年生者則種於繁殖圃內（如蕹菜、芋頭），部份馬鈴薯也利用組織培養方式予以保存。種子儲存期間需定期抽樣測定其發芽率，儲藏種子之發芽測試方法，是依照”國際種子檢查規則”進行測試與記錄，當儲藏種子發芽力降至50%以下時，將發芽力低的品種（系）進行更新，或當儲存的種子量不足時也必須進行繁殖及更新。同時需注意是否有遺傳

變異的發生。

五、種源利用與交換

收集的種源，最大的意義在於提供各試驗研究單位從事分類、生理、遺傳及品種改良的研究。種源若爲國外栽培種或地方種，在本省環境下栽培試種，若具有經濟價值者，經由幾年的馴化選拔及區域試作，即可推廣應用，如草莓、落葵及豆類……等蔬菜均有實例；種源亦可做爲作物改良雜交育種時的親本，而具有抗病或特殊性狀更是育種家所追求的材料。另外並積極提供本地種源和國外研究或種源保存機構，如國際植物遺傳資源局（International Board for Plant Genetic Resource，IBPGR）進行種源交換，以增加種源數目充實蔬菜種源庫，俾便提供更多的種源服務。

結　　論

作物品種改良工作，能否繼續的發展與進步；需要時常有新的遺傳材料的加入，以應付一些可預期或一些難以預測的需求，目前本省由於土地的大量開發與超限利用，加上病蟲危害日益嚴重，使得野生或原生種急速的滅亡消失。近年來農業經營型態的改變，作物生產要求的是豐產、整齊和高品質等條件；而無法符合這些條件的栽培種或地方種，就很快的被淘汰。加上私人種苗公司雜交一代品種的不斷推出；致使這些含有豐富遺傳變異資源的地方品種，不再獲得農民的青睞而逐漸的消失。因此種源收集與保存的工作，已是刻不容緩的事。

然而種源的收集，須要專家與學者們經過審慎的評估，決定本省應收集的蔬菜種類與優先順序，才能使有限的保存空間、人力、物力；做合理而有效的運用。種源的採集、鑑定、分類、隔離、檢疫、特性調查、評估、保存……等都要學有專精的人員參與，因此除了硬體設備外，專業人才的培訓亦極重要。

種源的收集與保存是持續性、長久性的工作，是爲後代子孫的福祉著想，『今天不做，明天會後悔』；因此農業資源的保存，已成爲當前各國農業研究中重要的一環。

參考文獻

中國農村復興聯合委員會編印　1967　中華民國園藝作物考察團新品種搜集報告（太平洋、中南美洲及西印度群島地區）台灣、台北 159pp.

中國農村復興聯合委員會編印　1970　中華民國園藝作物考察團新品種搜集報告續輯，（中東　及東南亞地區）台灣、台北 100pp.

朱德蔚、吳細卿、鄭向紅、于惠春、王先覺　1989　我國蔬菜種質資源科研的主要成就與展望　園藝學報(北京) 16(3):163～167

行政院農業委員會、臺灣省農業試驗所　1986　中華民國園藝及特用作物引種團蒐集報告 台

灣、台北 127pp.

林學正 1982 美國植物引種體系與引種對其農業之貢獻 種子及種苗－遺傳資源之引種、保存、紀錄及利用－研討會專集。 謝順景、張隆仁主編 臺灣省農業試驗所 臺灣 臺中 p41-54

林學正、蕭吉雄、張有明 1983 蔬菜作物種源庫指引 臺灣省農業試驗所 臺灣 臺中 276pp.

林學正、蕭吉雄、張有明、林泰楷 1985 瓜類種源圖說 農試所特刊18號 農業試驗所 臺灣 臺中 60頁

何以涼 1986 臺灣蔬菜採種簡介 蔬菜研究及生產改進研討會專刊 臺中區農業改良場 臺灣 臺中 p68～p75

馬緣生 1989 作物種質資源保存論文集 學術專刊出版社 河北 北京 309pp

張武男 1982 臺灣蔬菜作物之種質庫 種子及種苗－遺傳資源之引種、保存、紀錄及利用研討會專集 謝順景、張隆仁主編 臺灣省農業試驗所 臺灣 臺中 p111-117

鄧耀宗、陳嘉吉、杜金池、蕭吉雄 1988 國外種源庫之硬體設計及管理運作技術出國報告 台灣、台北 40pp

蕭吉雄、張有明、曹幸之、陳盛義、陳秋燕、楊偉正 1987 茄科種源圖說 農試所特刊23號 農業試驗所 臺灣 臺中 64頁

盧守耕 1962 現代作物育種學 臺大農學院 臺灣 臺北 p94-99

省農林廳、農業試驗所 1958 全省蔬菜引種試驗總報告 台灣、南投 46pp.

農林振興廳 1989 農林振興廳種子銀行 韓國 農林振興廳 7pp.

農林水產省 1988 農林水產ヅーンバニワ 農林水產省 農業生物資源研究所 日本 8pp.

Clark, R.L. W.W. Roath and H.L. Shands. 1989 Janick, J. (ed). The National Plant Germplasm System of the United States. Plant Breeding Review Vol.7. 230pp.

Ito, H. and K. Kumagai. 1969 The National Seed Storage Laboratory for Genetic Resources in Japan. JARQ: 4(2): 32-38.

討　　論

林茂維問：

1.種源的收集非常重要，希望有關單位派員前往世界各地收集野生種？
2.是否可以在北、中、南等地設置種源庫。

張有明答：

1.有關蔬菜種源，除各場所研究人員，透過關係引入，海外會駐外人員每年亦都會引進一些；

而大規模有系統的引種在民國56, 59, 75和 76年均派有專家前往各作物原產地收集，其中亦有很多具有某些抗(耐)逆境或病蟲害的野生種。

2.作物種源種子保存總庫設台中，但一些各別作物或無性繁殖作物，還是分佈各地，適地適種。本省區域面積不大，是否有必要增設種原庫，有待上級進一步評估。

台灣蔬菜種苗自動化生產體系之發展

黃 泮 宮

種苗改良繁殖場

摘 要

台灣農村勞力不足及老化，農家所得偏低，發展較大規模之農企經營型態，或能爲台灣農業開創一番契機。

種苗及自動化生產被列爲台灣農業調適方案重點發展項目之一。由於種苗自動化生產爲技術、資本及勞力密集的產業，其投資大回收慢，危險高宜由政府以公共建設方式先行研發以承擔開發成本，俟技術成熟再轉移至民間。擴大投置專業育苗中心，以加速農業升級。

種苗場承農委會支持，規劃及引進一套荷蘭種苗自種化生產體系，包括精密溫室，自動化作業機組，自動化管理系統，並自行發展一些自動化穴盤育苗技術。期望藉本項計畫之執行，能引進新穎生產模式，從而辦理產量評估，提供台灣種苗業者觀摩及做爲將來改善經營體系之參考。本文特將概括性規劃內容及概念記述之。

前 言

台灣經濟快速發展，國民生活水準日益提昇，對植物性食物的消費量大幅增長。依統計資料顯示，台灣每人每年蔬菜的消費量，從民國三十八年的五十公斤，增加至七十九年的一百二十公斤。蔬菜栽培總面積近二十萬公頃，產量達三百萬公噸。成爲民生重要消費品，亦爲台灣農村重要產業。

台灣蔬菜栽培種類繁多，主要包括葫蘆科、茄科及十字花科蔬菜三大類，約佔總栽培面積的三分之二。其中瓜類的西瓜、甜瓜、苦瓜及胡瓜；茄科的番茄、番椒及茄子；十字花科的甘藍類，白菜類及花菜類等主要作物，大多數使用價值較高的雜交一代種子。由於，蔬菜雜交一代種子的利用已形成趨勢，農民對品種及種子純度的要求亦相對提高許多。目前，台灣蔬菜栽培除瓜類外，僅有少數專業育苗場。多數仍沿用傳統自行作畦土播或簡易手工箱播等育苗方式，經常面臨品種來源、種子純度、播種量、育苗勞力及幼苗罹病等諸多問題，導致蔬菜育苗專業知能不足及成本偏高等困境。

復由於，台灣因經濟轉型快速，農村勞動力不足及老化現象，使傳統農業經營不易且所得偏低。所以，發展專業化及自種化蔬菜育苗場，將能大規模的供應價廉物美的優良種苗供

農民栽培，同時爲台灣農耕全面自動化或機械化邁出一大步。

現今，台灣發展良好的水稻育苗中心，遍布各鄉鎮村里，除每年兩期作短短三、四個月插秧期外，多數場所及設備均有閒置現象，殊爲可惜。所以，若能充分利用水稻育苗中心現有設施，僅補充部份蔬菜育苗設備，能迅即成立蔬菜專業育苗場。況且，水稻及蔬菜栽植期大致相互錯開。所以在相同設施裡同時辦理稻作及蔬菜育苗業務，對於專業農戶有增加設備使用率及業務量雙重利益；而栽植農戶則能省卻自行選種及育苗之麻煩。如此，對提昇農業經濟效益，必助益良多；並可進而逐漸擴展至機械移植，管理及採收處理，使蔬菜栽培自動化及機械化一貫作業，將能大幅降低生產成本。

荷蘭位處高緯地區，面積與台灣相若，在政府大力獎勵及農企業集約經營下，其農業產品之質量極爲可觀。尤其園藝作物栽培設施近九千公頃，其中蔬菜約四千五百公頃，主要集中在西海岸。大多數之栽培設施內皆裝置電腦自動控制溫室環境，主要包括溫溼度、日射量、水分及養分供給，甚至病蟲害偵測及防治，以遍置各類感應器，適時獲得微氣候資料及作物生長狀況並提供必要處理以維持設施中作物適宜之生長條件；作物於此控制良好的設施中必可生產出質量均佳的農產品。然而，荷蘭係高度開發國家，人工昂貴，幾千公頃之設施栽培所需耗費之人力物力極爲可觀。鑑此，近二十年來對農業自動化之機具發展及推廣不餘遺力。經反覆實地操作及改進，其機械樣式衆多，適合各式耕作條件，性能優越。例如蔬菜自動化播種機，每日工作量超過三十萬苗，成功率達98％以上，估算其勞動力經濟效益約爲人工的十倍以上。

因此，台灣農業調適方案中，發展園藝種苗自動化生產被列爲重點工作項目之際，引進自動化生產機組，設備及技術，可以克服台灣農業發展瓶頸及難題並加速農業升級的步調。荷蘭在農耕自動化生產機具，設施，技術及制度成功之典範，足堪爲我們借鏡及引用。

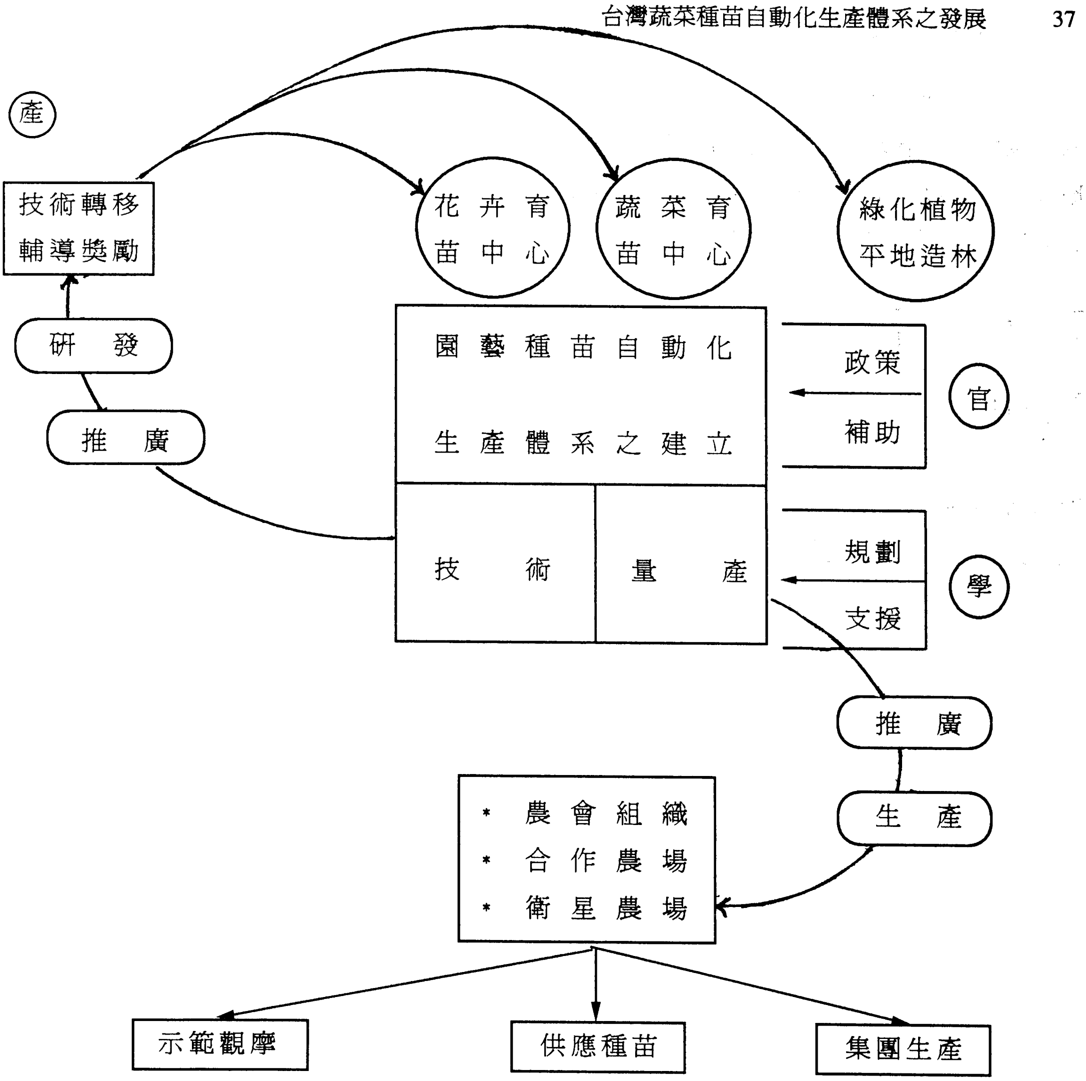
農業自動化生產體系可概分爲三部份：

1.自動化環控溫室

2.自動化作業機組

3.自動化生產管理

種苗場從八十年度起在農委會支持下規劃一套種苗自動化生產體系，主要內涵包括精密環控溫室、自動化作業及搬運系統(Transport system)，同時包括自動化管理系統，期望藉本項計畫之執行能引進荷蘭種苗自動化生產之新穎觀念及先進技術。從而辦理量化生產及效益評估，提供台灣發展及經營種苗生產體系之參考，並藉此自動化作業示範及技術轉移能提昇台灣種苗生產技術及改進品質。同時透過產官學共同合作，以發揮科技整合之功能。

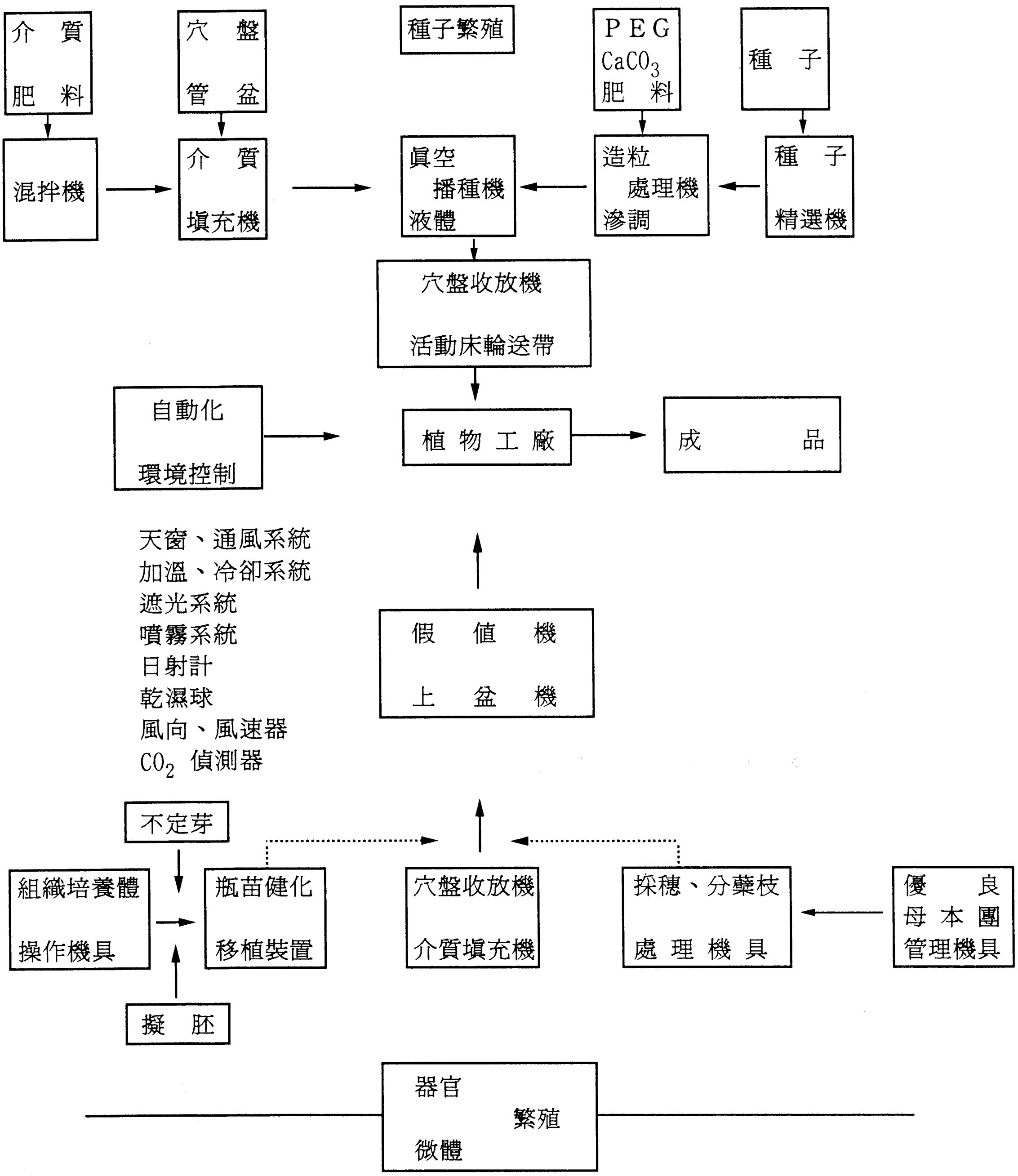


圖一　園藝種苗自動化生產體系之功能示意圖

自動化環控溫室

種苗生產大致上區分爲種子繁殖之種幼苗及營養繁殖之分株苗及組培苗，而蔬菜種苗大都利用穴盤播種方式生產。由於台灣高溫期長達九個月，致使多數種苗在高溫期發育困難或易遭受風雨損傷或罹患病蟲害，因此需要在設施中生產才能提高品質及使用機械操作。概括而言，種苗植株較弱小，對環境變化之適應性及忍受力均差。所以需較嚴密的環境控制等設施來保護。近年來，隨著植物學等基礎研究，人們對影響作物生長之因子瞭解更爲深入。並藉助工業機械及材料科技的進展，逐得以應用人工設施有效的控制及調節作物生長環境以發揮其最大生長力。尤以目前電腦之應用及軟體設計之進步，使得溫室益形精密及自動化。更有助於提昇種苗品質及降低生產成本。

目前溫室環控條件，包括光線、溫度、溼度、二氧化碳、土壤、養液及病蟲害防治。由於作物間對各種環境條件之反應極複雜。因此，溫室內生產之最大功能，需藉助周延的複合環控裝置及軟體設計，同時與自動化作業機組密切配合，方得以完全發揮。其控制機構，大多經由各種感測器(Senser)及電腦組合而成。



圖二 自動化生產體系作業示意圖

例如，多數蔬菜種苗發芽及生長適溫為20～28℃，溼度70～80％，照光20,000～60,000 Luxs等諸項環境條件，使得台灣地區精密環控溫度之效果在炙夏時受到嚴格考驗。由於台灣夏季降溫之操作方式，就園藝學及農業工程學不同角度所考量之要件或許部份有所不同。從純物理學角度而言，日射量與氣溫呈高度正相關，通風與溫度及溼度有密切關係，而溼度對溫度的昇降有影響。介質理化性及植株本身呼吸、蒸散及年齡對環境條件及生育狀況均有複雜反應。故，假設夏季氣溫昇高時之降溫操作，是選擇打開外部簾幕遮陰以減少能量繼續進入為宜？還是開啓冷水牆(Cooling pad)及抽風裝置，或啓用冷凍裝置移走室內潛熱？則必需衡量當時植株生長狀況才能做出合理判斷。如果當時為幼苗成活期，採用外部遮陰及噴霧方式降溫效果良好；如果植株徒長嚴重，遮陰裝置就不得啓用；如果植株葉部病害嚴重，則噴霧降溫應予避免。因此，使得複合環控變得更複雜，需要農學及工程學專家共同努力才能釐定理想的環控模式。是故，合理的環控設計，除使用感測器偵察環境變化外，宜輸入植株生育狀況及所需環境條件，藉以修正中央處理機對微氣候變動之設定值，使得環控操作符合植物生長需求。此種多變異的分析(Multivariate statistical analysis)工作，事先需建立各種環境因素間之直線相關(Linear correlation)，並求得變動一種環控條件對其他環境影響程度之迴歸分析(Regression)，再加植株各生育期對環境之最適需求值，方得找到一些模式來操控溫室的環境。顯然，目前的自動化環控設計尚未能達此境界，應是專家努力的目標。

種苗場規劃之種苗生產溫室，在結構上及自動化環控設計上，除荷蘭現有之系統外，尚有一些本土化的考量。

1.溫室結構體為大跨度設計：由於溫室結構為輕架結構，其整個載重遠較一般建築物為小。因此為配合機械操作所需大空間及增加室內透光率，溫室設計為柱間跨距10公尺，簷高2.5公尺，脊高5公尺，屋頂斜率0.5。如此，使得積於室內上部之熱空氣易以溫度梯差來換氣。而大斜率屋頂，使夏季暴雨後之排水及沖洗污著物較有利。唯台灣溫室設計需加重風壓及地震所生應力之考量。本溫室以抗最大陣風50m/sec，地震強度6級為設計標準。

2.屋頂覆材採用PC板：由於風壓及地震使得玻璃設計在台灣產生破碎問題。加上玻璃污著及長青苔較嚴重，致清洗工作相當困難。採用PC(Poly-carbonate)板，具有無毒、無臭、質輕且强韌的優點。除抗風耐衝擊的特性外，其保溫(熱傳導率0.16Kcal/mh℃)，耐水、耐酸、耐候性及透光率(90％)均非常適合做為植物生長保護設施之材料。唯目前台灣採用PC浪板覆蓋，使得溫室氣密性較差，故本溫室設計改採PC平板。

3.懸執機械裝置：由於台灣溫室建造及營運成本相當高，為充分利用設施內地板面積，於溫室桁架上裝置懸執作業機械，如懸臂灑水桿(Water beams)或工作台車均採用工型軌架於空中操作，以增加空間利用率。

4.根溫系統之裝置：由於前述大空間的溫室降溫所耗能源較多，且因室內溫度分佈不均勻，致使全面環控之成本高及操作效果差。因此在植床上另架置冷熱水之根溫系統，能迅速的達成局部溫控。例如在氣溫高，日射強且溼度大的夏季午後雷陣雨之後，使用汽化熱原理之降溫系統效果無法發揮，若僅以外部簾幕遮陰，室內仍顯得悶熱，氣

溫常達30℃以上。除非裝設並開啓昂貴的冷凍機械，否則植物生育受阻和病蟲害嚴重。若利用冰水機根溫系統，則可使種苗根部及附近小區域之溫度迅即降至20℃，讓植株能正常發育。又如，台灣冬季低溫期短，且白天回溫快，加溫常爲間歇性，所以沒有裝置大型全室升溫設備的必要。利用上述根溫系統通導熱水機組，亦能迅速爲植株根圈及小區域加溫協助種苗正常發育。此種簡單價廉而且容易切換之冷熱系統，所造成之溫度改變雖爲小區域局部性且有溫度不均現象。然而，從植物生理觀點而言，種苗發育期間，植株孅弱體小，根溫對生育之影響往往較氣溫重要。如高氣溫低根溫，植株發育顯著緩慢下來不致造成徒長。因此，尤其在台灣春秋交替季節，冷熱氣團移動頻繁又快速，使得溫室溫控操作會發生昇溫及降溫交替現象，輔此根溫系統得使我們對植株生長所需之環境有較佳的控制系統，以發揮彈性應變功能。

5.外部簾幕遮陰裝置：台灣夏季日射量特別大，造成植株昇溫及蒸散旺盛等生理現象，均不利種苗生長。因此設置外部簾幕遮陰成爲台灣溫室與荷蘭溫室最大的差別設計。以前簾幕裝置順著屋頂斜面呈波浪形，以鋼索及鉸鏈驅動。然而，由於台灣强風使其受風斷面較水平設計之裝置爲大，常有毀損之慮。因此，目前改良爲水平簾幕。唯其實際應用情形尙無正確數據能加以佐證，有待專家研究。

然而，由於玻璃桁架溫室造價昂貴，多數農民仍採用較簡易之鋞管塑膠布溫室。但是，台灣地區夏季暴風，使得塑膠布溫室很容易受到損害。北美地區發展極爲成功之充氣式雙層塑膠布溫室(Double covering a film greemhouse using air)係由紐澤西州羅格斯大學農業環境控制中心發展出來。它利用較低氣壓下的空氣來塡充兩層塑膠布再覆被於結構架外面。由於塡充之空氣層形成一個良好絕緣設施，使得溫室中熱量進出較受限制，經測試無論降溫或加溫裝置使用時都能減少百分之三十的能源。同時由於整個溫室結構極堅固，加上充氣之塑膠布猶如彈性良好的氣墊，其維持之低壓氣墊在强風吹襲下仍能保持穩定狀態。此仍雙層塑膠布溫室抗風性强的主要原因。同時此種充氣式雙層塑膠布溫室彈性良好，材料疲勞及脆化年限較長，而且覆被工程之固定條用量極小，可增加室內透光率。

充氣雙層塑膠布溫室已於1988年由台大吳中興教授引進，並於台大及台中改良場進行測試。其內部配置冷水牆(Cooling pad)，通風設備及外部遮陰，能有效的使室溫下降11℃。由於其抗風性强，除熱效果尙佳及造價十分便宜。該系統發明人，羅格斯大學農工系主任羅培斯教授建議台灣種苗業者第一次投資溫室時，宜採用此種塑膠布溫室，以減少起造成本。待經營成熟再設法改用較精密玻璃溫室，以發揮漸進效果。

空間是否充分利用，關係到整個溫室系統的生產成本，其內部設計需同時考慮到作業上各項問題。一般種苗溫室之利用可分成兩大類。第一種係直接將種苗擺置地面，但是必需配合性能優越之育苗盤收放機(Box-o-matic)或無人搬運系統(Agrirobot)，通常應用在較大規模且單價較低之蔬菜育苗場。第二種將育苗容器擺置在植床檯架上；目前大都採用可移動式植床，其溫室地板有效利用率超過百分之八十五。

但是，對許多大型盆栽或放置時間較長的蔬菜種苗；例如，荷蘭番茄育苗至第二花序，植株高度超過五十公分再出貨；植床成本高且使用不方便，因此，羅格斯大學農工系亦發展

出多孔水泥地面。其做法爲地板形成過程只用碎石及水泥而沒有滲拌細砂，因此結固後形成許多碎石間隙。由於多孔隙地面排水良好，地面不易著生青苔對維持高溼的瓶苗移植溫室效果良好。其主要優點包括：

1.植物器盆能直接擺置地面底部仍通氣良好。

2.可免除地面著生雜草及青苔。

3.地板利用及規畫毫無限制。

4.地面硬度足承載輪式機械在上移動。

5.人工澆水排水良好。

6.地板可配置加熱系統迅速增高地溫。

其配方爲：

2,700 Ibs 1公分碎石＋5.5包水泥＋88公升水

混拌必需迅速均勻，其RC硬度超過600 PSI。灌漿厚度若超過 8公分時，其強度足以承載輕型機械在上面移動作業。經過栽植植物後，地板孔隙殘留之雜物可使用強力吸塵器清理之。目前美國北部使用此多孔地面時均設有地面加熱系統，其熱能傳導極快(因孔隙多)，最底面墊有絕緣保麗龍。因此能有效的提高根溫、且十分節省能源。在美國平均每平方呎造價約三十美分，配有加熱管成本爲六十美分，成本不高。尤其此種多孔水泥地面在台灣高溼環境下，對保持地板乾燥及清潔應十分適用。

自動化作業機組

蔬菜種苗自動化作業機組大致上可分成介質填充、播種、灑水覆土及後送裝置。在荷蘭大規模育苗公司之介質攪拌，供盤，填充及輸送至播種區之作業機械相當大且有效率。台灣由於種苗自動化生產剛起步，經實地觀察及評估，初步選擇 Visser 公司產品包括：

1.FX-40之供盤及介質填充機

2.P.S.L.眞空播種機及流體播種機

3.SB-40之澆水及覆土機

4.積盤機

組成播種作業機組，全部由PLC(Programmable Logic Controller)控制形成線型作業機組。經兩年來實際作業情形顯示，其穩定性，安全性，精密度及作業效率均十分可靠。其性能如下述：

1. 自動介質填充上盆裝置：培養介質經輪帶式循環系統自動上舉，再傾入育苗穴盤中。上方有一支往復式動力毛刷能掃平盤面以利播種。全部裝置長度2.65公尺。前端邊側另裝有自動供盤夾，每小時能供應標準穴盤(60×40)公分150個。

2. 眞空播種機裝置：採用PLC全自動控制，包括播種吸頭，穴盤輸送，穴格位移均以步進式連線作業，播種區台面長度2.55公尺，寬度0.4公尺。播種吸頭位於穴盤輸送帶正上方，具24個吸孔，孔徑0.25公釐，且播種頭能任意更換以適合播大小不同的各類種

子。播頭下方橫置種子槽，吸頭移至槽中以眞空方式吸附種子一粒，再舉昇位移至種子導落管上緣將種子丟進去，該種子沿著塑膠導管精確的落在正下方育苗盤穴格中。每個標準穴盤(12×20) 格只需20秒即完成全部播種動作，精確率99％以上。

3.流體播種機：部份作物種子需要經滲調處理才能萌發整齊，則需採用流體播種裝置。首先把經過糖比重液篩選出胚芽1～2公釐之萌發種子，置於水浴式種子槽中。水槽底部經加壓湧昇1～1.2 Bar的水渦流，使種子形成循環式飄浮狀，再以特殊眞空吸頭移至水槽中吸起滾動中的種子，然後舉昇位移至穴盤上方，再如眞空播種機程序完成播種動作。

4.覆土及後送裝置：播種之穴盤自動移至後段予以覆土及澆水，再送至發芽室或培育室。覆土採自動滾輪式，能使用珍珠石、蛭石、砂及土壤等各種介質，並附具動力刷覆平土面。覆土後移至澆水區，澆水箱具五個細霧噴頭，噴水微粒大小直徑150～200 μm，噴水時間20 秒。

5.積盤機：播種完畢之穴盤，利用氣動舉昇，自動將穴盤堆積 3-5個以利輸送。

自動化育苗技術

自動化種苗生產之硬體設施，固然提供了良好生長環境及提高了工作效率。但是，育苗是否成功仍需藉助優良之育苗技術。諸如，適當的介質，高品質種子，合理之水分及養分管理，嚴密的病蟲害管理及成苗貯運技術等都有嚴格條件。

1.育苗介質：穴盤育苗或土塊育苗，由於每個孔穴所含介質量甚少。因此，介質是否適當關係到種子發芽及植株根系發育，均會影響育苗成功率之高低。絕大多數歐美專業種苗公司，均採用泥炭苔爲主要介質材料，再配以眞珠石，蛭石、沙砂等等。由於泥炭苔保水力强，陽離子交換能力大，本身質輕不易分解，適當調配後孔隙度大而排水及通氣均佳，爲目前最理想之介質。但是，泥炭苔偏强酸性，易造成微量元素吸收困難，且不符合大多數植物生長習性，使用時需調整至微酸性以利幼苗發育。目前，台灣泥炭苔價格昂貴，而且本省高溫多溼環境使育苗期較長之泥炭苔穴盤表面易著生青苔。因此，如何開發合理配方及開發價廉物美之本土化介質，亦是值得深究的課題。譬如，台灣具有的稻穀，洋菇廢土，鋸木屑及樹皮都是廉價量大的材料。在兼顧及理想介質應具備保持水分及養分、通氣及排水的條件，並對理化性驟變有緩衝能力；發展本土化介質合理配方，對降低生產成本相當有利。

荷蘭蔬菜及花卉自動化育苗多數採行穴盤，然單位面積定植株數較少的大型作物，如胡瓜，番茄則大多採用土塊(Soil block)育苗。土塊以泥炭苔經細碎調至適當溼度再擠壓成塊狀。同時土塊切割之小塊上面自動打個播種穴，基部三分之一相連以利裝箱及運輸而不易鬆散。唯土塊育苗之搬運耗損較高，所需材料較多，其介質之成本較不利於台灣地區之種苗產業。同時台灣高溫環境，使得土塊供水及保持土塊形狀不易，尙待評估其可行性。唯其育苗時可免除穴盤處理及回收，同時能育成較大植株，乃

為工歐美採用之優點所在。

2.種子品質及預措：自動化穴盤育苗生產體系裡，高發芽率的種子具有絕對必然性。因為，此種育苗體系均為高投資的集約栽培，若播種發芽失敗，除延誤生產時間，尚需花費大量成本加以整理或丟棄，將蒙受雙重損失。是故，種子品質良否會影響到育苗成效。而種子經適當預措處理，大多能夠提高發芽率及發芽勢。同時亦可到達發芽整齊的要求，這點對自動化穴盤育苗生產體系是很重要的。

種子發芽可概分為吸水期、生化轉化期及萌發期三個階段。經浸潤及滲調處理的種子會同時進滯第二期，俟播種後能迅即進到第三期而同時快速萌芽。這類處理技術對發芽活力弱，發芽阻礙大，或發芽易受環境干擾的作物，如萵苣增强發芽活力。其他預措如番茄種子表面絨毛的去除和休眠性種子的低溫或藥劑打破處理，都有助於利用機械化播種的成果。預措及造粒種子播種後移至發芽室或溫室中發芽。多數種子的發芽條件，包括溫度、濕度及光線三項。其中光線對多數種子發芽並不重要，因此發芽室內可採穴盤堆積發芽溫度維持26～28℃。

因此，目前自動化育苗生產體系對種子的要求有四類，其目的均有提高其發芽率及發芽勢。

①精選種子(Conditioning seed)

②高能種子(High energy seed)

③滲調種子(Priming seed)

④造粒種子(Pelleting seed)

種苗場曾以甘藍種子為材料，經比重篩精選後再浸潤處理，能將其發芽率提高6～8％至98％的水準。雖然，經特殊處理之四類種子價格昂貴，但其育苗成功率高，品質均勻及管理方便所產生的效益，仍為多數歐美種苗公司採用。

種子造粒之填充材料以過氧化鈣為主。其造粒後之重量為原來的10～30倍之間，其增量原因在使粉衣材料填平種子表面，使成圓球形顆粒以利真空播種。增量倍數則視種子表面平滑度及長寬比有關。愈接近球形及平滑表面之種子，增量倍數較低即能造粒成圓形。如甜椒通常增量15倍，甜菜增量25～35倍，萵苣30倍，菸草70倍，彎苔屬8倍，使其造粒種子在3.5～5.5mm以利機械作業。

造粒方法先將定量種子(約1～2公斤)全部放進粉衣鍋中，粉衣鍋為純銅鑄造可使其內壁有相當粗糙度以利種子均勻滾動。粉衣鍋中軸與水平線夾角三十度，順時鐘迴轉，速度每分鐘40～200轉，視種子表面平滑度及造粒之直徑大小而定。操作時分數十次添加氧化至鍋中，同時以造霧噴頭噴水使種子表面保持微潮狀，以便粉劑逐漸粘附上去。造粒過程中依作物需求另添加少量營養劑或化學藥劑，以利種子發芽及發芽後病蟲害防治。譬如，乾旱地區可添加高分子吸水材料。造粒是否成功決定於粉衣鍋轉速及種子表面溼潤狀況。旋轉目的使得鍋中種子完全分開不致因加水而相互沾粘，其分離良否與鍋壁粗糙度及種子表面平滑度有關。種子溼潤目的使得粉劑一層層包裹上去，分次添加粉劑仍在防止大量粉劑結塊。因此1～2公斤的種子造粒時，每次僅添

加20～40公克粉劑。但是造粒過程全賴操鍋老師傅之經驗才能成功，便有人稱種子造粒爲藝術作品。造粒種子尙需經表面固乾及篩選方告成功，其種子大多已經預措處理，比較不耐貯放，宜在60天內播種。

3.育苗管理：種子萌發後，開始進入初苗期需要高溫濕才能促進幼苗生長。第一本葉張開後，對光線的需求大幅提高，30,000 Lux以上的強光有助植株矮化及葉面積增加。由於穴盤育苗株距狹窄，因此矮壯的苗株有利於管理、運輸及移植。可採用減少水分供給，降低溫度以達到植株生長緊密的要求。台灣高溫育苗時植株易徒長不利於根系發育必需減少養分及水分供給。

不同水分管理亦會影響幼苗品質，經 water stress 的植株較矮化健壯，但 water stress 不易控制，所以難免會有下位葉黃化現象。發芽時穴盤中介質高含水量則發芽迅速整齊，而在高水分張力下則受延遲，所以在穴盤育苗中初期種子先予浸種及提高培養土濕度可促進發芽。在第二片本葉時莖基部尙未硬化，太多水分及養分易造成莖部徒長對穴盤苗的矮化非常不利，所以通常在子葉剛出土時給予輕微的 water stress 可有效矮化穴盤苗。因此，台灣高溫期育苗第二期以前必需控制其生長量。供水採用噴霧設備較有利於幼苗生長，其噴灑水滴微粒愈細愈有助於氧氣供應，其中以超微粒噴頭(20～60 μ m)效果最佳。供水時，若含有過量的氯、氟、鈉、硼及鈣，常會引起發芽障礙。而水中EC值超過臨界值(EC<0.75 ～1.0)會引起根及芽發育障礙。台灣自來水含氟量過高，地下水鹽類濃度亦高及河川污染，因此掘池貯備雨水不失爲可行之道。整個育苗第一、二、三期隨植株增大而提高供水量，第四期則應予健化處理。

育苗盤植穴太小致保肥能力差，故大多使用液體肥料，以少量多次方法隨噴霧系統迅即施澆。養分的管理可概分爲三段，播種至初苗期，施用 25～50 ppm低濃度之完全肥料爲宜，初苗至成苗期則以較高的100～200 ppm完全肥料施用之，此期尙需檢視植株發育狀況及介質酸鹼度而調整施肥量，每三天給肥一次以育成健壯苗木。移出前略行健化處理能提高成活率，此階段大多以降溫，減少水分並不予施肥來控制植株徒長或生長過旺。

4.自動化輸送系統：種苗生產以後最大的問題是數量龐大，尤其是蔬菜若沒有很好的後送系統就需要耗費很多人工來處理。所以在歐洲一些大規模蔬菜育苗公司就使用育苗盤收取放置機，這種機械往前可收盤，往後開就放下盤非常方便，二人一組能夠作業大面積非常經濟有效率。另外，歐美許多較進步之公司大都以植床育苗後，再採用輪軸活動裝置來輸送，此項仍種苗場執行農委會計畫「園藝種苗自動化生產體系」所採用之設計。最高級的輸送系統爲無人的Agrirobot系統，它是利用一個XY軸的方式，達到眞正自動化搬運的植物工廠境界。

5.成苗貯運：經過自動化育苗管理30～40天後已經成苗。其成苗的認定依作物不同而異，一般以4 片本葉爲主，在歐洲設施完善在溫室中育苗移出種植也在溫室，所以就生產溫室複耕指數而言，對種苗的苗齡要求較小一點。在台灣由溫室移至田間環境不太一樣，需要接受比較嚴格的考驗，所以希望種苗比較健壯。但是穴盤苗要移出時運輸

上會發生一些問題，例如：如果種苗苗齡較大，如番茄要求到第二花序才能出苗，則因植株高度非常高，必需用墊框的方式加高運輸容器，以便於卡車運送時不會有壓傷的情形。然而，較矮壯之穴盤苗在台灣運輸時可能會面臨的問題是：台灣溫度高，運輸距離雖不長，但是運輸車均無加濕設備，所以，成苗在運輸過程中會嚴重失水。因此，爲保持成苗貯運壽命，在種苗介質中需加入一些親水性高分子材料，這些高分子材料的功能有：①調節介質滲透壓，如果比例較高甚至可達到矮化效果。②本身會蓄積水量，例如gel的吸水材料可吸收其重量100倍的水，在長途運輸過程中可持續釋出水分，使植物不會萎凋得很厲害。③添加gel之穴盤苗定植在灌溉不方便的田間可幫助其初期生長。

前面敘述之所有硬體或軟體設備在生產過程均可透過電腦自動化管理。於美國紐澤西大學方煒博士發展了一套專家軟體可從電腦中叫出各種不同作物生長模式，包括從訂貨、配購置、倉儲及育苗時間、環境控制、出貨，全部可在電腦中處理。由於機械化及自動化過程除了提高品質外，亦在追求利潤。而利用電腦自動化管理可能是追求利潤的一項重要利器。

6.病蟲害管理：在設施中有許多病害和田間有所不同，其因歸結爲溫室中微氣候改變；如光是漫射光，濕度較高，通風不良，室內上下溫度階梯較高。此種微氣候相的改變，導致微生物相亦跟著改變，因爲密閉室病蟲害發生較嚴重。因此，經由研究以深入瞭解設施中病蟲害之生態而加以控制之。由於①施藥對病蟲害管理若稍有疏忽幼苗植株會受到很大影響，例如萎凋，下葉黃化，所以必需藉助於自動化環控溫室，包括降溫、給水、施肥、噴藥都用感測系統，透過設定軟體管理避免人爲疏忽造成傷害。②通常下午噴霧對降溫非常有幫助，甚至干擾小菜蛾的產卵行爲，但往往會造成甘藍露菌病的大量發生，尤其葉背上產孢非常嚴重，因此，必需深入探討該如何達成二方面的平衡。包括結球白菜也有許多生理上的障礙，穴盤育苗對於防止土壤傳播之病害極爲有效，但是對於葉部病害則有增加的情形，這也是種苗自動化生產過程中必需兼顧的地方。

7.機械移植：整個種苗自動化生產後當然不希望是以人工方式移植，而是配合後續的機械移植。一般國內國外的機械移植是不同的方式，在國外以曳引機來拖拉移植機具，通常4～6人坐在椅上，將育成的苗丟入種苗導落管裡，定植在田間。國內桃園場也發展小型單行式移植機，對於台灣以後蔬菜生產機械化很有幫助。

所有蔬菜種苗生產希望達到一個境界，即品質高成本低；而成本低可藉助於機械的高效率作業和良好的生產管理，但是高品質可能要藉助很多科技來幫忙。在種苗場經過兩年試驗及量化生產，發展出一套甘藍的管理模式：種子於高濕度發芽後馬上給予2～3天輕微的 water stress 可使子葉高度(中胚軸長度)由5cm縮短至1.5cm，比1.8cm的土拔苗還低。於第一片本葉至第二片本葉時控制使其低度生長，因爲經測定此時莖基部還未硬化，若給予施肥或太多水分會導致快速抽長生長。俟第三片本葉至第四片本葉給予較多的養分水分促進生長以增加葉面積。此時莖基部已硬化，無抽長情形，

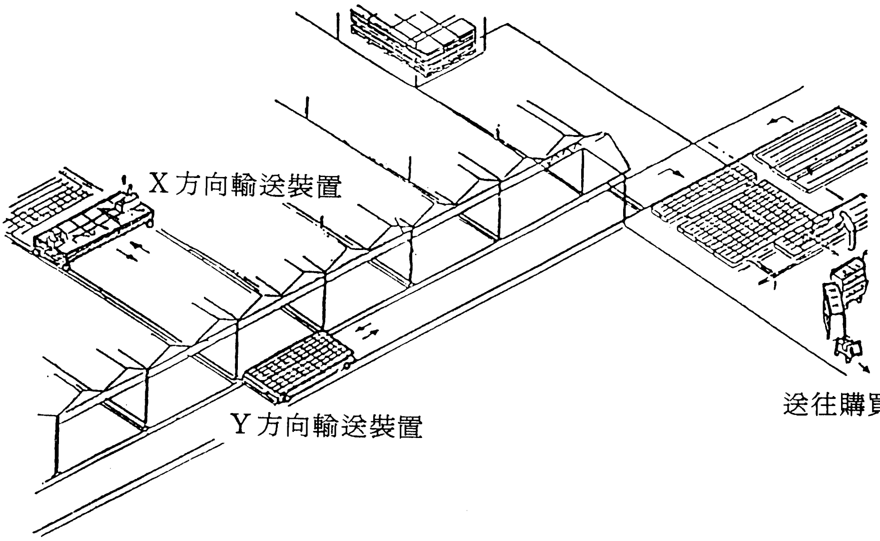
而植株因生長良好，葉片在適當的照光及輕微缺水下臘質較多。得此成苗莖基部非常矮壯，且葉片等地上部生長良好之優良種苗，對移植成活率之提高非常有利。

目前一般農民對穴盤苗的接受意願尙有保留，乃因穴盤苗雖然移植成活率高但是植株很小移植較難。穴盤苗整株重量不及土拔苗的三分之一，所以如何提高地上部葉面積增加種苗品質也是目前努力的方向之一，包括多數蔬菜及花卉採此種模式管理，將能生產出優良種苗。

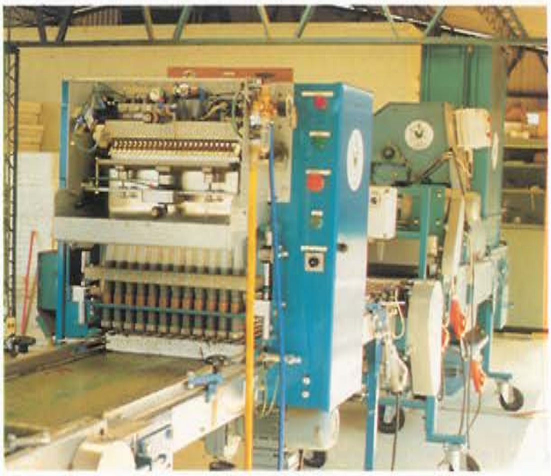
穴盤苗移植到田間時，無論天候情況、土壤狀況、機械或人工栽植，由於根系非常完整幾乎沒有受到傷害，所以恢復期很早，在此情形下移植成活率可達99％以上；且恢復期很短幾乎沒有，所以可提早採收。實驗結果甘藍可提早5天採收，甜椒可提早21天，對農民所得之提高助益很多。

結　　語

因此，儘管台灣農業發展之大環境相當不利；諸如，國際貿易自由化之衝擊，生產規模太小成本太高之缺點。若能效法歐美發展農企業之自動化生產成功典範，或能創造台灣農業另一番契機。

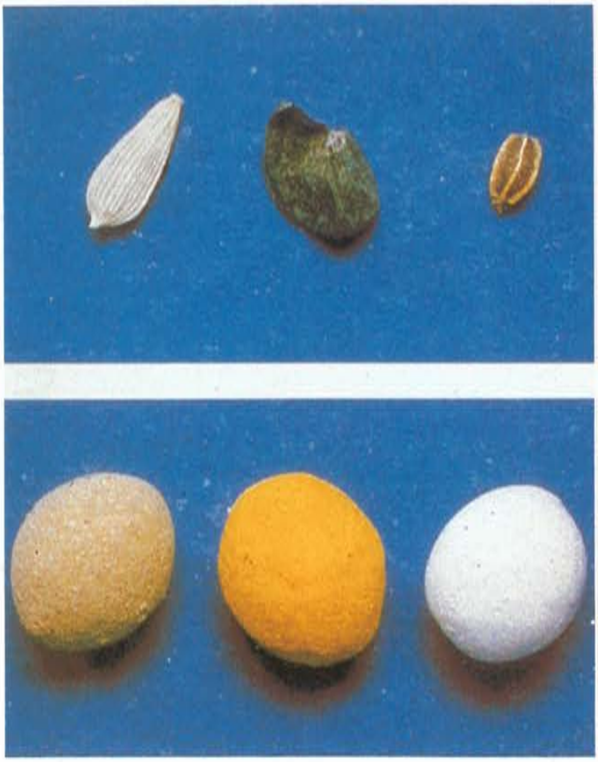


圖三　Agrirobot 示意圖



圖四　荷蘭Venlo-type溫室
圖五　Visser公司眞空播種機組
圖六　流體播種機，吸頭上之種子已萌發

	4	
	5	6



圖七　種子造粒情形
圖八　土塊育苗之胡瓜
圖九　自動化灑水管

7 | 8/9

10 | 11
12

圖十　穴盤收放機(Box-o-Matic)
圖十一　植床輸送系統
圖十二　萵苣優良種苗

13 | 14
15 |

圖十三　番茄第二花序之成苗
圖十四　甘藍本土化介質育苗試驗
圖十五　穴盤苗移植機

討　　論

林茂維問：

1.穴盤育苗在苗期管理上較爲困難，是否可以育成半成品苗再交給農民種植？
2.穴盤育苗在水分及肥料上管理如何自動化？如何降低穴盤育苗之生產成本？
3.是否可開發本土化之育苗介質及研發省產之自動播種機？

黃洋宮答：

1.穴盤苗之苗期可區分爲發芽期，子葉展開期，葉片生長期及成苗健化期四階段。通常Stage I及II因植株尙幼嫩對環境抵抗能力較弱，管理上難度較高；而Stage III及IV則植株生長良好，管理上僅需注意水分及養分之控制。所以，在荷蘭已經有較細分工，即一家設備較完善的種苗公司生產Stage II的幼苗，再移至第二家設備較差的公司繼續育苗。但是，因爲育苗期分成兩次及兩地，會增加運輸費用及運輸耗損，所以，此法只被單價較高，苗期較長的花卉種苗公司所採用。
2.水分及養分管理自動化，在機械設備及電腦控制上非常普遍而且效率很高。例如：經由電腦設定或由感測系統，均能自動供水及施肥。但重要的關鍵在於，如何設定電腦程式，告訴它何時及如何供水施肥才屬於適當及合理。因此，必須透過作物生長模式分析，完全瞭解各種作物在那一生育階段最需要之生長環境，再將所得資料轉換成參數鍵入電腦中，方能設定控制程式。此項作物生長模式分析，種苗場已選定甘藍及甜椒進行研究中。
3.穴盤介質大多採用泥炭苔，主要爲泥炭苔具有保水能力強，陽離子交換能力強，本身質輕不易分解，適當調配後排水及通氣良好等優點，於目前被公認爲最理想介質。但是，台灣泥炭苔價格昂貴，且高溼環境下表面易著生青苔亦造成使用上之限制。因此開發本土化介質，如稻殼、鋸木屑、洋菇廢土及樹皮等均爲價廉量大之材料，或許可做爲良好培養土。唯穴盤孔穴極小，每穴格所含介質量小，經試驗現有本土化介質固有其優點，但缺點更多，尙無單一介質之理化性超越泥炭苔。因此，在理想配方之本土化介質開發成功之前，穴盤育苗仍以泥炭苔爲介質較適宜。桃園場已研發成功國產自動播種機，其仍採眞空吸頭設計。唯本省農機使用數量一向偏低，自動研發成本相當可觀。於目前，桃園場之自動播種機已在區域小農推行。

蔬菜育種及其實例與經驗

洪　立

國立臺灣大學園藝系

綱　要

摘　要

一、緒言

1.蔬菜及蔬菜育種之重要性

2.蔬菜育種之主要目標

二、蔬菜育種之有關事項

1.蔬菜育種之趨勢

2.蔬菜育種之有關科學

3.蔬菜育種之方法

4.目前蔬菜育種之重要參考文獻

5.蔬菜育種人員應具有之條件

6.擬定蔬菜育種計畫應注意事項

三、臺灣蔬菜育種應加强之處

1.育種譜系之認識

2.抗病育種工作中之必備步驟

3.加强蔬菜育種人員之團隊合作

4.增加人員培育與經費

四、英、美蔬菜育種可供借鏡之處

1.英國蔬菜育種專家綜合之蔬菜育種未來趨向

2.美國蔬菜育種之重大成果

五、蔬菜育種之實例與經驗

1.自交作物

(1)菜豆　(2)番茄　(3)甜椒

(4)南瓜　(5)西瓜　(6)黃秋葵

2.異交作物

(1)胡蘿蔔　(2)草莓　(3)Colbaga

(4)蘆筍　(5)根蒸菜　(6)甜玉米

六、引用文獻

七、英文摘要

摘 要

本文敘述蔬菜育種之重要性、目標、有關事項及臺灣蔬菜育種應加强之處。其次述及英、美蔬菜育種重要成果與發展趨勢供作借鏡。最後以著者在蔬菜育種多年工作上之經驗，例舉若干蔬菜育種之實例，加以說明，藉以拋磚引玉鼓勵臺灣蔬菜育種工作者，群策群力，向蔬菜育種之目標邁進。

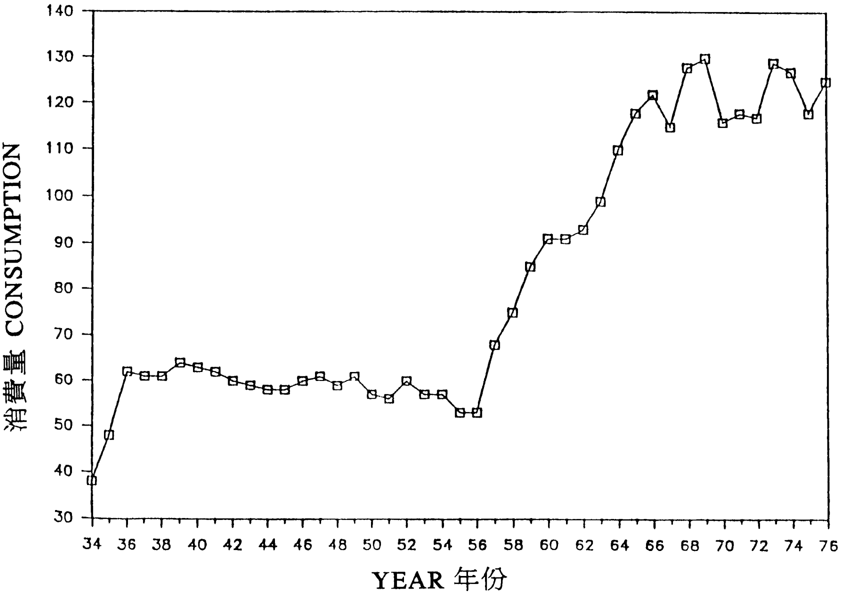
緒 言

一、蔬菜及蔬菜育種之重要性

蔬菜在臺灣飲食中之地位日趨重要，由民國34年每人每年平均蔬菜消費量的38公斤增加至76年的125公斤(見圖一)。爲滿足臺灣二千萬人口蔬菜的需求，蔬菜研究人員在育種的努力和栽培技術的改進及菜農辛勤的耕作，均功不可沒。

蔬菜在現代人重視健康的飲食中日顯重要，不單可減少許多文明病發生，對身體健康也有莫大的功效。在營養價值上蔬菜也是熱量、蛋白質、礦物質、維他命及纖維的來源[11,27]更有多樣化的蔬菜種類以調和食物及增進食慾的功能，所以在目前生活中蔬菜爲維持健康不可或缺的食物。

如今臺灣由於國民所得增加，生活水準提高，對飲食中主要副食之一蔬菜的要求也日趨嚴格，由過去的只求溫飽到目前的享受飲食上的樂趣需同時顧及增進身體健康，所以對蔬菜要求必需種類與品種要多樣化，品質要優良，無污染、無農藥殘毒的清潔健康蔬菜，更要能周年供應無缺，爲達成上述目的，蔬菜研究者與業者必需群策群力，育成滿足上述各種目標之蔬菜品種。



圖一 台灣歷年來之每年每人平均蔬菜消費量[7]

二、蔬菜育種之主要目標

蔬菜育種計畫必需要有明確的育種目標，茲將一般蔬菜育種的主要目標[1]列舉於下：

1.增加產量

2.改進品質

3.抗病、蟲害(能抗多種病害尤佳)

4.增強適應性，能抗逆境

5.育成不同成熟期的品種

6.耐貯運

7.適合加工的需求

8.在栽培採收上適合於機械化

但是在臺灣地區的蔬菜育種目標，除上述外更應加強二項重點：

1.能耐高溫多濕氣候

2.省工，容易栽培

蔬菜育種之有關事項

一、蔬菜育種之趨勢

按目前蔬菜育種之趨勢，逐漸的由植物體層次提升至細胞及分子層次。

蔬菜育種層次提升之趨向

植物體	→	細胞	→	分子
↓		↓		↓
(選拔育種，引種，雜交等技術)		(突變育種多倍體育種，體細胞雜交等)		(遺傳工程RFLP等)

由於蔬菜育種為應用科學，比純粹的基礎科學如分子生物學，遺傳工程的研究進展，較為緩慢，但也逐漸的應用於蔬菜作物上。例如馬鈴薯、番茄之原生質融合而成之Pomato，雖然成功但距離實用階段尚有相當距離。又如白菜與甘藍雜交由胚培養則成功的育成白藍菜。

二、蔬菜育種之有關科學

蔬菜育種學為一綜合性的應用科學，經常牽涉到許多其他有關的科學也為蔬菜育種工作者必須熟悉注意的科學知識，諸如遺傳學，蔬菜栽培學，植物生理學，分類學及生態學，生物化學，土壤肥料學，植物病理學，昆蟲學，微生物學，農業氣象學，生物統計學，園產品處理與加工學，植物分子生物學，細胞學，生物物理學，電算機科學等。當然不能要求蔬菜育種者成為上述學科之專家，但必須得知其概要，及其觀念，必要時可與有關學科專家合作

，加速完成蔬菜育種目標。

三、蔬菜育種之方法

一般而言，凡植物育種學上之育種方法大都皆可應用於蔬菜育種上，僅大同小異而已。由歷史上看蔬菜育種方法，由Buteman於1952年(13)列舉有：單株選種、雜交後選種、雜種優勢、後裔試驗及品系建立、混合選種等方法。

Currence於1954年(16)敘述蔬菜育種方法有：

1.選種。

2.雜交後譜系選種與混合選種。

3.回交育種。

4.商用一代雜種：雄不孕性，組合力之利用，三向雜交，多交，聚合改良法(Convergent Improvement)等方法。

Kalloo於1988年(21)將蔬菜育種方法分三大類，計有：

1.選種育種法：包括純系選種、單株選種及營養系選種。

2.雜交育種法：包括有譜系選種，混合選種，純系家系選種，單籽後裔選種，育種材料試驗(早代評價及晚代評價)，修飾之譜系法、混合法及單籽後裔選種法，回交法(雙回交法與回交譜系法)及無性繁殖蔬菜。

3.集團改良育種法：包括有混合選種、後裔試驗和系統選種，家系育種、輪迴選種(簡單輪迴選種、改良一般組合力輪迴選種、改良特殊組合力輪迴選種、及相互輪迴選種)及自交和混合(massing)。

四、目前蔬菜育種之重要參考文獻：可分中文與英文部分來說明

(一)中文部分

1.西南農業大學 1988(二版) 蔬菜育種學 農業出版社 北京 346pp

2.李伯年 1982 蔬菜育種與採種 茂昌圖書有限公司 台北 496pp

3.李學勇 1959 園藝育種學 時代出版社 371pp 1981增訂再版，臺灣大學植物系 425pp

4.杜金池、蕭吉雄、楊偉正 1990 園藝作物育種講習會專刊 台灣省農業試驗所專刊第31號 431pp

5.陳榮五、李善忱 1988 蔬菜品種改良研討會專輯 台東區農業改良場 349pp

6.譚其猛 1980 蔬菜育種 農業出版社 北京 496pp

7.臺灣省政府農林廳 1984 蔬菜作物種程序及實施方法 102pp

(二)英文部分

1.Bassett, M. J. 1986. Breeding vegetable crops. AVI. Publishing Co., Inc. U. S.A. 584PP.

2.Currence, T. M. 1954. Vegetable crop breeding. University of Minnesota. 272pp.

3.Grubben, G. J. H. 1977. Tropical vegetables and their genetic resources. FAO, Rome. 197pp

4.Innes, N. L. 1983. Breeding field vegetables. Asian Vegetable Research and Development

Center, 10th Anniversary Monograph Series. Shanhua, Taiwan, ROC. 34 pp．

5.Kalloo. 1988. Vegetable breeding Vol. I. II . III . CRC. press, Inc., Florida.239pp. 213pp. 174pp.

6.Pink. D. A. C. and N. L. Innes. 1984. Recent trends in the breeding of minor field-vegetable crops for the UK. Plant breeding abstracts. 54 (4-5):197-212.

7.Opena. R. T. C., Y. Yang, S. H. LO, and S. H. Lai. 1983. The breeding of vegetables adapted to the lowland tropics. Food & Fertilizer Technology Center, Technical Bulletin 77. 16pp

五、蔬菜育種人員應具備之條件

1.對蔬菜作物有愛心

2.有實幹苦幹之精神

3.充分熟悉研究之育種對象

4.培養敏銳之觀察力和鑑別能力

5.需長期累積之經驗

六、擬定蔬菜育種計畫應注意之事項

一個育種計畫能順利成功與否，有賴於擬定育種計畫時周詳的考慮，尤其是應注意計畫目標應明確，具前瞻性與高度可行性，而擬定計畫過程須應用科學方法。細述如下：

1.育種目標要明白正確：

計畫應明示重點，細節應具體正確，可使計畫順利執行。

2.育種目標應具前瞻性：

擬定之蔬菜計畫應考慮將來之發展與變化之影響，包括預測近期生產與消費的趨勢及未來長期之發展可能直接或間接影響蔬菜育種計畫完成後之成效。

3.育種計畫應具有高度可行性：

擬定育種目標時應充分考慮計畫是否實際可行，並注意育成之蔬菜品種之實用價值，諸如，蔬菜產期之調節或周年生產可能性，產品可用於鮮食，加工或冷凍等用途，栽培上應考慮其多種抗病蟲性或抗逆境性強者。

4.擬定計畫應用科學方法：

計畫擬定時應充分收集有關資訊，加以分析考慮，方能合理的、正確的完成計畫之擬定。其方法如下：

(1)考慮該蔬菜、生產者、處理者、加工者及消費者等之需求。

(2)充分瞭解育種對象蔬菜作物之有關知識，例如該蔬菜有關遺傳育種之過去成果及目前研究文獻之閱讀，進入情況，了解過去，掌握現在。

(3)對於蔬菜育種所在地之風土環境及栽培情形亦應充分明瞭，現在蔬菜育種計畫大都涉及數量遺傳性狀，易受環境因素影響，育成之品種也需要適應當地風土與栽培條件，故均應事先考慮到。

總之，蔬菜育種計畫並無十全十美的，只有依照不同種類蔬菜，找出最適合而有效之育種方法，配合可運用之地方、人力與物力，努力去達成育種目標。育種目標也非固定不變。若在育種計畫進行過程，遭遇前所未預料到的新問題時，亦可適當的加以修正或補充。

台灣蔬菜育種應增強之部分

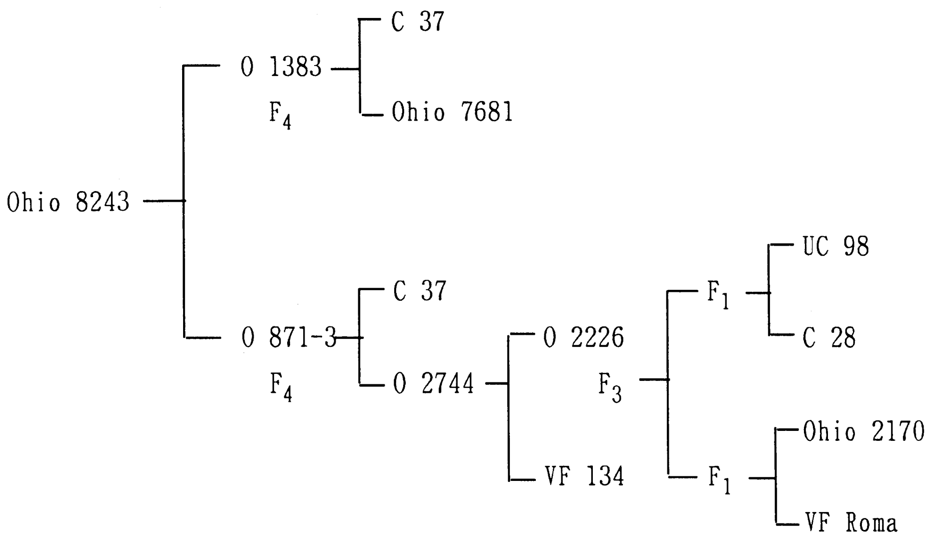
台灣的蔬菜育種與美國等先進國家比較，差異顯著，落後很多，近年來由於農友種苗公司育成的寶冠一代雜種西瓜(Golden Crown F_1 Watermelon)榮獲1991年全美比賽(All-America Selection，簡稱AAS)爲唯一得獎之蔬菜品種，續1975年金蘭(Yellow Baby)西瓜得銅牌獎後，又一勝利，爲台灣蔬菜界增光不少。主要原因是農友公司每年投入研究發展經費約營業收入之8.30%佔全台灣臺千家大製造業之第四名，所以能創造出此一蔬菜界之諾貝爾獎之榮耀，反觀其它學校，試驗所，改良場在有限的經費及人力、物力下，能要求全心投入嗎？國際機構亞洲蔬菜研究與發展中心，在蔬菜有種上也有相當成就，其它則乏善可陳。

一般而言，台灣的蔬菜育種工作，有下列四點需要改善增強之處，前二者爲育種觀念上的增强，後二者則是農政有關機關應協調加强之處。

一、育種譜系之認識

在台灣一般蔬菜育種工作，希望一次雜交後，即能選拔出你所需的性狀，試驗比較後，命名，更有甚者，命名前連譜系都不清楚。實際上國外蔬菜育種工作，常經數次雜交選拔，最後獲得所需性狀品種比較後，的確優於現有品種才申請命名登記，步驟非常嚴謹。爲使更明瞭由美國HortScience上發表者例舉三例加以說明：

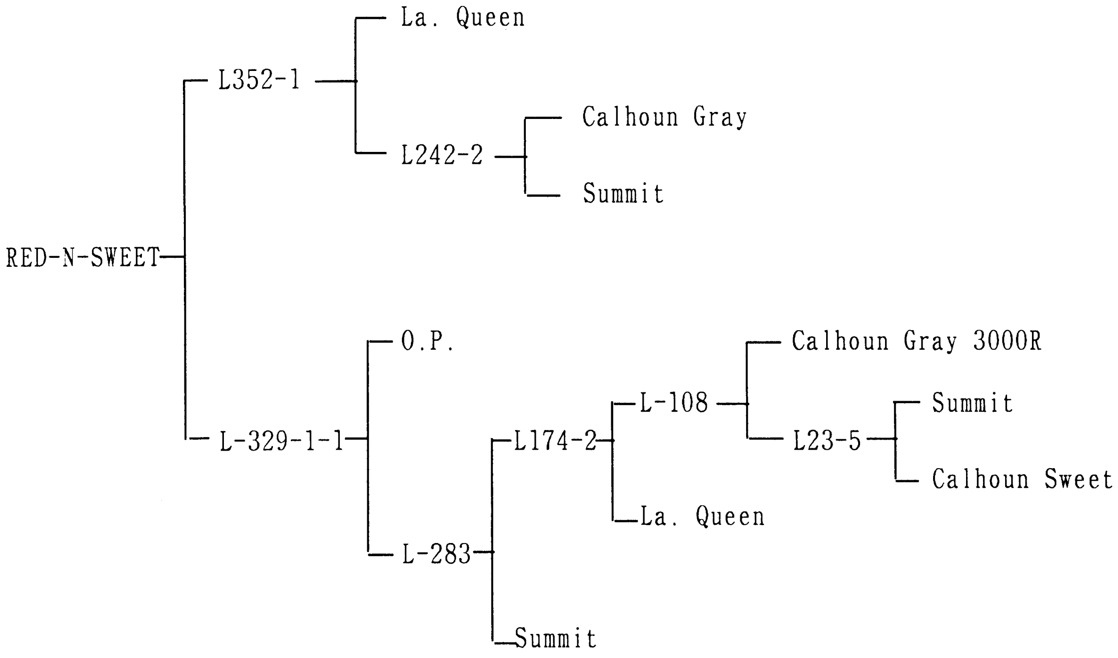
1.番茄—"Ohio州8243"加工番茄(14)



----育成譜系----

此育種工作於1976年開始，經過7次雜交和選拔及後代中第6世代所選出之番茄品種，特性為中生種適於機械採收具加工特性，為一易去皮小果心之全果用加工品種亦可用作果汁與番茄醬油(sauce)用，適合美國中西部及東部與加拿大地區栽培加工。植株中等，停心性適合高密度直播或移植栽植，果實堅硬，果柄無離層，高產，成熟整齊集中抗病等優點。

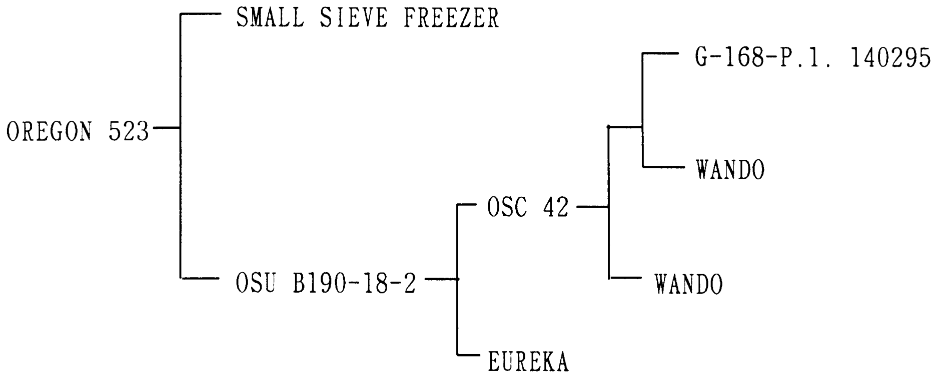
2.西瓜—Red-N-Sweet"西瓜[20]



----育成譜系----

為一品質優良，朱紅色果肉之當地市場及家庭菜園適用之品種，播種後約85天果實成熟，並抗蔓割病。此品種由1972年在路易西阿那州雜交路易西阿那州育種品系352-1與329-1-1而得，其中朱紅色果肉來自1959年放射線處理Calhoun Gray之種子之誘變種Calhoun Gray 3000R而得，植株生長旺盛如「路州王后」(Louisiana Queen)性狀，適於早春土溫低於20～25℃種植，為路州西瓜商業栽培之最早種植品種，果實圓至橢圓形，平均果重9公斤亦可高達15公斤，果皮淡綠帶深綠條斑，皮薄，可溶性固形物高於一般品種。

3.豌豆—"Oregon 523"冷凍豌豆[12]



---育成譜系----

奧州523豌豆爲一商用冷凍型豌豆栽培品種，爲奧州西部Willamette河谷育成抗豌豆腫突嵌紋病毒(pea enation mosaic virus, PEMV)及紅苜蓿脈嵌紋病毒(red clover vein mosaic virus, RCMV)具良好之田間抗性，較能穩定產量爲西奧州豌豆加工業者能接受之品種。Oregon 523是由OSU B190-18-2與Small Sieve Freezer雜交經7代單株選種而得。OSU B190-18-2親本具抗PEMV性狀來自紐約州農業試驗場選自引種編號(PI 140295)，抗MCVMV性狀則來歷不清楚。Eureka與Small Sieve Freezer則爲商用製罐與冷凍品種，植株短而彎曲約0.76m高，首花約位於14節，早種者則到16節，每花序著生兩莢，約8.9公分長，1.6公分寬，含7-10粒種子，平均爲8～9粒，莢型粗直於成熟後期種子充滿莢果，風味與質地適於商業加工用，中等綠色，整齊，成熟種綠色外皮皺縮。亦抗豌豆立枯病但易感染白粉病。

二、抗病育種工作中之必備步驟

著者多次參加園藝作物新品種命名時，常遇到植病專家們對新品種抗病性之善意批評，由此可知園藝育種人員對抗病育種工作認知之不足，極需加强補充才能於新品種育成時對抗病性之檢定等工作更能合乎抗病育種原理原則。

蔬菜之生產栽培在台灣這種高溫多濕的氣候下，雖然有一年四季均適合蔬菜生產但相反的致病的病原菌及媒介昆蟲亦容易繁殖滋生，導致病害極爲嚴重，以藥劑防治不如種植抗病品種，既可節省藥劑防治費用，亦爲對環境無害之最安全之方法。但是要如何從事園藝作物例如蔬菜之抗病育種工作，能與植病專家共同進行是最好的團隊合作，但無法找到植病專家合作時，則必需知道抗病育種之法則，加上植病專家之協助方能得到較合理的抗病育種結果。

蔬菜抗病育種之最基本要求與認識[6,8,9,10]簡述如下：

1.抗病來源尋找——爲蔬菜育種工作之第一步驟，有了抗病來源才能開始進行育種工作，

首先由當地之地方品種開始，次由國外之栽培品種及育種品系中找尋，再由野生種或近緣種去找，更可至作物之原始中心或第二中心找尋，最後始由誘變育種或生物技術的基因轉移方法獲得。

2.抗病性之檢定——爲鑑定抗病性及其强弱程度必須有的工作。首先需知病原菌之種類，大都經由分離，純化而成檢定用之接種材料進而試驗接種方法，諸如噴鎗、噴霧、浸灌、拌種、針刺、剪葉斷根、機械傳播、各種病原菌略有不同，取其最有效之方法由檢定的所在地而異，又有病圃檢定，溫室檢定及實驗室檢定三種，以田間檢定爲主要方法。抗病植株接種後需由病斑與病徵之型態與數量的差異作爲抗病性分等級之依據，在國內外對該種病害已有訂定及使用標準，應盡量配合採用。

3.抗病性之遺傳——抗病性遺傳之研究最簡易的方法可由抗病親本，罹病親本，雜交一代，雜交二代與回交一代，共同栽種病圃，作抗病性檢定，結果經統計分析後即可得知抗病性爲完全或部分顯性或完全隱性，及抗病基因爲一對或多對基因所控制，進一步需知抗病基因在染色體上之位置，則要作細胞遺傳研究才能知道。抗病性由一對或少對基因控制者，顯性基因居多，屬於直立式抗病性，由微效基因控制者通常呈部分顯性屬於水平式抗病性，直立式抗病性對病原菌之不同生理小種有不同反應，而導致抗病性消失，水平式抗病性不易受病原菌生理小種變化之影響，但抗病性一般都較弱，易受環境因子之影響。

4.抗病育種方法——抗病育種的方法，簡單而言，由一對或少數基因控制抗病性者，通常多用回交育種法，由微效基因控制的抗病性則宜採用輪迴選種方法。另外，過去曾提議利用混系品種以對有些病害如鏽病較爲保險而穩定，近年又有提倡多系品種，混合之選系由回交育成同遺傳背境系，最重要者多系品種之每一組成選系，各帶有一不同抗病基因或抗惡劣氣候之基因，故能在任何生理小種存在或任何氣候變化時，多品系種常有抵抗性而產量穩定。

三、加強蔬菜育種人員之團隊合作

以往從事蔬菜育種的人員，大都缺乏從事相同蔬菜作物間研究人員的連繫，互通資訊，相互切磋，更不用說從事不同蔬菜作物種類間研究人的連繫，這種縱橫的連繫都沒有建立，則整個蔬菜育種工作無法落實，除了單打獨鬥外，根本談不上研究上的團隊合作，所以所有蔬菜育種工作者，應有心理建設，「團結就是力量」各人除盡力作好自己的本份工作外，應放寬心胸相互連繫，交換育種心得，資訊，諸如辦理單一作物的小型討論會，單科作物的中型討論會，進而全體蔬菜育種者的大型討論會，會中自由交談討論，或請學有專長的學者，以專題討論方式講演，盡量減少官式訓話，多予鼓勵，協助解決問題爲首要。

四、增加人員培育與經費

這方面是需要政府主管機構方面認同與推行爲首要，而有長期性整體蔬菜育種工作的策略，而非因人而異的、短期片段、不連貫、非整體性的政策，使全體蔬菜育種工作無所適從

。而基層蔬菜育種人員，應有適當的育種學術與素養而非人人可從事育種工作。需有計畫、有步驟的培訓未來新進育種人員，短期加强訓練在職的育種人員，或是短期的國內外進修以充實、增强育種學識與經驗爲目的培養，主要是學以致用爲目標，而非爲升官虛名的進修計畫。人數不在多卻是實事求是的精兵政策，方能爲蔬菜育種人員方面建立制度，落實育種工作。有了優秀人員也要有適當的年度經費，「巧婦難爲無米之炊」是不行的，所謂的經費視研究人員努力程度，工作的需要而異，經常實地私訪、面談、督促，鼓勵其工作精神，才能達到落實的經費並且鼓勵其工作精神做到「士爲知己者用」的法則。

英、美蔬菜育種可供借鏡之處

一、英國蔬菜育種專家綜合之蔬菜育種未來趨向

可由Innes, N, L[15]氏於1983年在亞洲蔬菜研究與發展中心十週年紀念之演講，蔬菜育種文稿中稱經過閱覽衆多蔬菜育種文獻，綜合而成下列數點，作爲將來蔬菜育種的趨向。

1.抗病、蟲及生理障礙。

2.適應逆境(包括高溫、低溫、乾旱、鹽分及環境污染等)。

3.改良品質與營養成分。

4.機械採收。

5.雜交(包括種內、種間及屬間雜交)。

6.生產雜交一代(包括利用細胞質雄不孕性，自交不親合性，改變性別表現等方法)。

7.遺傳資源保存。

8.生物技術(包括組織培養，花粉培養，細胞培養，基因轉移，遺傳工程，細胞融合等方法。並謂生物技術雖然進步快速，但在蔬菜育種中無法取代傳統育種工作，卻可與傳統育種結合，可輔助加速育種工作，未來10～20年內，大多數新品種還是由傳統育種育成。)

二、美國蔬菜育種之重要成果

Whitaker, T. W.[26]於1979年美國園藝學會成立75週年紀念時發表的文獻，列出美國園藝蔬菜育種工作過去75年中的重大貢獻。如下：

1.西瓜的抗蔓割病(萎凋病)。

2.洋蔥雜交種子生產。

3.洋香瓜的抗白粉病品種。

4.甘藍抗黃萎病品種。

5.Walker, J. C. 之蔬菜抗病育種工作。

6.番茄之機械採收品種。

7.萵苣之種間雜交品種。

8.番茄抗立枯病品種。

9.菠菜一代雜種生產及抗白銹病品種。

10.胡瓜全雌自交系等。

以上兩者均為英、美先進國家對蔬菜育種工作所做的過去重大成果與未來趨向，可作為台灣蔬菜育種界今後邁向21世紀已開發國家的工作指標與方向。

蔬菜育種之實例與經驗

著者在美國New Hampshire州多年所作的蔬菜育種工作，該地位於北緯42°約與我國遼寧省瀋陽緯度相當，早春四月底五月初大地解凍，開始種植耐寒蔬菜如豌豆等，秋天第一次殺霜來臨約在9月20日左右，生長季節約五個月，蔬菜育種工作在田間與溫室輪流進行。

一、自交作物

自交作物此處包括瓜類蔬菜(南瓜與西瓜)由於瓜類雖然屬於異交作物，但自交時不產生自交弱勢，在蔬菜育種時常依照自交作物方式處理。

㈠Royalty菜豆品種之育成經過(29)

Royalty菜豆品種是由Florid#501與New Hampshire州Heirloom地方品種雜交選種而得，Florid#501品種為一紫色，圓莢，蔓性品種。Heirloom為一地方品種，矮性，紫色，肩平莢，有筋的品種。而Royalty品種則具有兩者之優點，紫色，中等長度，圓莢，無筋，矮性，極豐產，豆仁黃褐色，能在冷涼低溫土壤發芽良好。黃褐色豆仁與紫莢似具連鎖性，故所有子代有紫莢者亦有黃褐色豆仁。植株紫花，紫莢在綠葉中較易採收。紫莢煮後1-2分鐘即轉變深綠色，風味與品質均佳。

育種經驗：

1.菜豆雜交去雄工作比較困難，但熟能生巧，多做有經驗，也就容易。

2.誘變育種用放射性α線處理花朵時，以2 Kr量效最佳。

3.少數種子要求發芽快而整齊，可在播種前刻傷豆仁種皮即可。

4.在New Hampshire州Durham地方從事菜豆育種時可在田間種一季，溫室連種三季，二年即可得育種純系。

5.在作菜豆育種時曾發現植株花朵具中國蘭花清香者(22)，但自交後失去。

㈡Doublerich番茄品種之育成經過(29)

Doublerich番茄品種是由普通番茄雜交PI 1269240(*Lycopersicum peruvianum*)子代中選拔高維他命C，紅色者，再回交大型番茄二次，選拔而得，PI 126924為一秘魯番茄，小果果徑約2.5公分，淡綠色，成熟時變甜，但其維他命C含量為普通番茄的四倍。與普通番茄雜交極難，幾百個番茄雜交果實僅得一粒種子，播種栽培後得相當多種子，由其中選紅色果最大而維他命C含量最高者之植株，扦插繁殖後再試交數個商業品種以求達成可供販買

的大果，紅色，高維他命C者。經十多年育種工作才得到較滿意的結果。命名爲Doublerich品種，含高維他命C即每100克果肉中含50毫克。

維生素C (Ascorbic acid)，爲普通番茄含量的二倍與柑桔的維他命C含量相等，植株爲非停心性，多分枝，果實紅色，堅實早熟，整齊，稍抗劣果，約3-4果一磅，此品種可供家庭菜園栽培與加工製成番茄汁，經一年貯存後仍有50毫克/100克果汁，無需添加維他命C，在台灣曾試種，認爲果實太酸。

育種經驗：

1.在台灣、墨西哥、菲律賓，冬季低溫時期均常發現番茄果實有斑點病(Blotchy Ripening)，至今病因尚未確定，曾向國外要得耐病品種，但栽培後結果表現不佳。

2.曾利用多個雄不稔ms基因及誘致雄不稔性，化學藥品FW-450試圖使花粉不稔免去雄，以產生雜交種子，但效果不佳。

3.在溫室栽培番茄，保持生長適當環境，可使子葉到成株時尚保存。

4.在溫室栽培番茄，可將植株下部老葉除去，以利通風防病。

5.在溫室栽培番茄，床土每1-2星期應大量灌溉，洗鹽一次，(尤其在夏季高溫時期，以防鹽分聚集表土。

㈢甜椒

1.Permagreen品種之育成經過(29)

Permagreen甜椒爲一果實成熟後仍保持綠色之品種，親本之一係由加州大學Davis校區Smith教授所贈之甜椒品種，果實在未成熟前與成熟後均呈深綠色，但果實細長皮薄，無商品價值，又晚熟。與適應美國北部各州早生之Merrimack Wonder品種雜交，F_1代果實成熟時均爲紅色。因爲果實永久綠色爲由二對基因所控制之隱性性狀。在F_2時分離爲9紅色，3棕色，3黃色，1綠色。又利用在植株開花時或開花後幾天，子房呈深綠者，可能成熟後亦爲綠色之相關性，以期減少F_2代植株的數目，利用溫室早選拔，移植田間生長，在降霜前將入選永久綠色植株，修剪後除去所有果實再移入有紗窗之溫室盆中生長，並可在冬季再與Merrimack Wonder品種回交，由子代中選拔永久綠色，果實大小適合，良好粗短的果型。但仍有缺點爲果皮太薄，因此再回交Burlington品種爲具有紅色，甜，大而果皮厚者，再經幾代選拔始獲得成熟果實仍保持綠色之大型果實，具早熟產量穩定之Permagreen甜椒。

2.育成Chocolate品種甜椒，果實似軟柿大小，成熟時爲巧克力色，味甜，果皮厚，爲一很好的生食"沙拉"甜椒。

育種經驗：

⑴國外甜椒多生食，喜果皮厚者，但台灣大多炒食喜果皮薄者，因食用目的不同，消費者喜愛不同，故育種需迎合消費者的喜愛爲目標。

⑵在國外甜椒一次採畢作業，成熟果實常有細小裂紋出現於果實表面，影響販買品質。此細小裂紋經本人研究爲一遺傳性狀。僅辣椒Tobasco品種，成熟後無裂紋。

⑶在育種時曾作甜椒幼苗嫁接，試驗結果成活良好。可供需要嫁接者之參考。

㈣南瓜

1.Eat-all品種之育成經過[23,29]

Eat-all南瓜品種育種來源是由一無種皮種子的南瓜品種"Olkurb"，來自德國，屬*cucurbita pepo*爲一油用種子品種，無殼種子食時味如花生，營養價値亦如花生。植株蔓長10公尺，果實扁圓形，果徑超過30公分。Olkurb品種與Connecticut大學之無殼種子南瓜雜交，其F_1，再與Early Yellow Prolific雜交。Olkurb品種另與Early Yellow Prolific雜交之F_1再與Early Chinese雜交，以期得到矮性而具有無殼種子的南瓜，矮性與無殼種子均爲隱性性狀，故Olkurb 與夏南瓜雜交後代可以有1/16之機會得到所需的矮性與無殼種子的性狀。與Olkurb雜交的南瓜均屬夏南瓜，亦屬 *C. pepo* 種，故雜交易成功。所得子代矮性植株具無殼種子者，再經幾代自交選拔得到眞正矮性與無殼種子的育種純系，再與品質優良的菜用南瓜(table squash)之矮性Table Queen 與 Delicata品種雜交，後裔中得到矮性，無殼種子，高品質，但食用品質仍不佳。爲繼續增進食用品質再與矮性 Table Queen與Delicata 回交，經一系列選拔自交後得到食用品質如 Table Queen，早熟，矮性及無殼種子的眞正純系，命名爲"Eat-all"南瓜品種，食用時僅將南瓜切半，放入烤箱中烤熟，除果皮外全部可供食用，其特性：種子含35%蛋白質，40%植物油，2%纖維，具有花生米風味，與果肉同吃爲一營養均衡之蔬菜。

2.Goldpack品種之育成經過[24,29]

Goldpack南瓜爲一長橄欖形具網紋，果皮全部桔色，加工削皮用品種。因爲超市買南瓜是以去皮，切塊，用透明塑膠袋包裝出售。所以要求南瓜人工削皮時易用手握住不滑，故育種是要求南瓜橄欖球形外表有網紋，即爲達到易拿著削皮不滑之目的。又因削皮後用透明塑膠袋包裝，由於一般南瓜外皮爲桔色，內皮爲綠色者多，削皮不完全時，呈綠色內皮，透過塑膠袋看時似有不清潔之感覺。故需育成內外皮均爲桔色的南瓜方適用。育種時親本選用之一爲土耳其Balkabagi 南瓜品種，具全皮桔色性狀，與美西加工用Pink Banana南瓜品種雜交，F_1代的南瓜約20-25磅重，全桔色皮，果肉厚，品質優良的南瓜，但需人工授粉生產雜交種子，不實用，再經四代自交選拔大果實，而有最佳的食品質者，自交純化最後命名爲Goldpack南瓜品種，適合加工削皮用，而又有優良的食用品質，完全滿足消費者的需求。

育種經驗：

南瓜雜交時第一天把將要開花之雌花用粗線將瓜瓣先端紮住，第二天早上即可授粉，並將花瓣除去不必套袋，因爲昆蟲無著落點，不會污染已授粉的花，再在幼果上用指甲輕刻一×字，表示爲已授粉之果。

㈤西瓜

1.Market Midget品種育成經過[29]：

New Hampshire Midget品種爲New Hampshire大學育成之西瓜品種，榮獲1951年All-America Selections之金牌獎。但此品種西瓜有一果皮脆，搬運時易破裂的缺點，爲改良此缺點，乃將New Hampshire Midget與Winter Queen雜交。

Winter Queen為一果皮堅韌，具能貯藏幾星期之久的特性。雜交後子代果實測試西瓜果皮脆或韌性，可將西瓜皮切一條放於手指間彎曲，選拔彎曲成圓圈尙未斷裂者入選。雜交後代，一代在田間，二代在溫室自交。由上述方法選拔再純化，最後得果皮堅韌而品質佳，很甜，豐產，早熟，紅肉，少子，淡綠色果實，能在田間降霜後一個月還能保持良好情況。新品種命名爲Market Miget西瓜品種。

2.具有成熟指標的黃皮西瓜育種[29]

由於New Hampshire Midget西瓜品種，直播者能於65-70天成熟，而瓜農不易發現瓜已成熟與否，故希望育成有成熟指標的黃皮西瓜。

Pumpkin Rind西瓜品種來自Oklahoma州Hardin先生，此品種西瓜未成熟時爲綠色到成熟時轉變爲桔黃色，果肉粉紅色而食用品質中等，種子近白色有一小黑點。與New Hampshire Midget 雜交希望育成小型西瓜，品質如New Hampshire Midget而有成熟時變黃的特性。雜交一代全爲綠果皮西瓜，第二代才有大小不同之黃色西瓜出現，選拔小型，紅色果肉有深色種子，品質好的。在溫室自交後得多數種子，黃皮西瓜大量栽培田間，嚴格選拔品質優良者，幾百個西瓜中僅三個入選認爲具優良品質，再種植溫室回交高品質綠皮西瓜以增進食用品質，後裔再選拔小型，豐產，高品質而又具成熟時黃皮之特性。

育種經驗：

1.西瓜之染色體很難找到，需有熟練的細胞遺傳學技術才能達到目的。

2.西瓜育種時在田間品嚐時，每一個僅嚐一小塊，量多，品嚐品質時，也會使人腹瀉。

3.曾栽培矮性西瓜，蔓長僅一公尺左右，每株結一果，密植，單位面積產量也很可觀。

(六)黃秋葵[17,25]

黃秋葵在美國南方各州生長良好，北方卻很少，而New Hampshire州有衆多消費者需要有此種蔬菜。因此開始黃秋葵的育種工作，在方北緯42°的Durham, N. H. 地方試種，只有健壯的植株，第一朵花遲至9月初開，不久植株即爲9月下旬的第一次殺霜凍死。育種開始時先在溫室以Dwarf Long Green Pod與Red Wonde雜交，希望得到長日照開花之早熟品系，F_1，F_2與F_3代在溫室15 1/2小時光照下栽培，在F_2 和 F_3選拔能開花結實者，F_4種植於田間，於6月初直播，8月中旬即可採收食用果莢，證明適應長日照，也能早熟。

在黃秋葵的品種比較試驗時，當年殺霜遲至10月16日來臨，Louisiana 州的 Goldcoast 品種有1-2莢果，PI. 217511 和 PI. 249620 則有很多未成熟果和4-5個乾果莢。New Jersy 州的 Emerald 品種與New Hampshire的F_4育種品系，證明能早生。在F_4中選拔2早生、矮性、莢果有稜角之品系，能適合北方各州栽培。使居住在北方的南方人能有新鮮的黃秋葵食用。

育種經驗：

1.黃秋葵在Durham, N. H. 地方試驗結果，其天然雜交率爲0.56%。

2.觀察授粉蜜蜂結果，發現並非由開花前方進入採蜜，而由花背後花瓣間隙採蜜，爲一奇特的現象。

3.據聞蜜蜂在採花蜜時，大都在行中直線飛行採蜜，而非在兩行間，曲折飛行，故對測試天然雜交率時雌雄株排列有關。

4.在Durham, N. H. 天候不佳時，表現閉花授精現象。

5.在Durham, N. H. 消費者，以開花後4-5天大小幼嫩果莢食用。

二、異交作物

(一)胡蘿蔔[29]：

胡蘿蔔經貯藏後會發生苦味，爲消除此苦味，仍大量嚐試和化學方法篩選紅心Chantenay品種，選拔無苦味的胡蘿蔔，栽培於溫室，開花時放置鐵網框內，利用昆蟲系繁殖的家蠅作爲授粉之用，所結的種子，次年種植田間，採收貯藏後再檢驗有否產生苦味，選拔無苦味胡蘿蔔，再重複一次，生產種子，栽植，採收、貯藏、檢驗，得知產生苦味者佔紅心Chantenay 之1/4。所得無苦味胡蘿蔔種子，再經栽培後，選拔風味佳良者，成爲風味好而貯藏後不產生苦味的新品系。

育種經驗：

1.在鐵網框內利用家蠅幫忙胡蘿蔔授粉工作，需放置水與糖以維持家蠅生命。

2.秋季田間選拔之胡蘿蔔根部，可帶至室內切去部分根部以選拔根內部性狀良好者，待切口乾燥後放於低溫冷框內一段時間，滿足其低溫需求，再在溫室內栽培採種。

(二)草莓：

1. Jamberee品種之育成經過[30]：

由當地草莓(*Fragaria virginiana*)只有雌蕊之健壯株與Catskill品種(由Tupper雜交Fairfax而得)雜交，子代經多次選拔而得的New Hampshire No.152育種品系，經種苗商試種，認爲優良之草莓，命名爲Jamberee草莓品種。植株中等大小，具有*F. virginiana*野草莓之風味，健壯，有大果穗著生多數果實，早生，爲理想的草莓果醬與果凍用品種，亦可冷凍用。

2.草莓無走莖(runnering)性狀的遺傳研究[15]

栽培草莓在台灣則需要走莖繁殖用，但有太多走莖在栽培上也是很討厭的事。在無走莖草莓性狀之研究中，發現走莖性狀之育種行爲很複雜。無走莖性狀是可以遺傳的。走莖性狀與四季結果(everberry)性狀有密切關係，故無走莖者常爲四季結果草莓很少例外。無走莖草莓自交，其子代有走莖與無走莖兩種。有的無走莖植株自交，其子代中無走莖植株數目比其他的多一倍。無走莖植株自交三代，其子代之無走莖數目顯著增加。但尙無法得到無走莖的純質基因型。

育種經驗：

1.草莓果實可用打果機打碎取種子，對種子無損。

2.新鮮草莓種子乾燥後，可放於普通冰箱內，存放一個月左右，可促進發芽快而整齊。

3.用細碎水苔播種草莓種子，因其酸性可減少幼苗病害。

4.用吉非盆(Jiffy pot)栽培細小幼苗，因其未殺菌消毒，易生病害。

5.草莓果實的帶化果爲不良性狀，在育種時常除去。但在台灣舊曆年時消費者，非常喜愛此種不正常帶化現象之雞冠果，故在台灣草莓育種時特別選拔早生、豐產、雞冠果的品種，如草莓桃園一號新品種。

㈢Colbaga(19)：

Colbaga品種育成經過：於1951年雜交中國白菜*Brassica rapa* L. *pekinensis* Group染色體爲n=10與紅甘藍*B. oleracea* L. *capitata* Group 染色體n=9，F_1爲red cabbage不稔性，完全沒有種子，此種植株染色體爲19，10個來自中國白菜，9個來自紅甘藍，所以不稔。而後用秋水仙素處理，使染色體加倍n=38爲複二倍體(amphidiploid)，再與瑞典蕪菁*B. napus* L. *Napobrassica* Group染色體n=38的雜交，產生一三種間雜交之新品種，再經12年的繼續選拔優良植株，最後命名爲Colbaga品種。Col來自甘藍，baga來自瑞典蕪菁。外形像瑞典蕪菁，肉淡黃色，味甜，耐貯藏，可供冬季新鮮沙拉用。爲北冬季缺乏新鮮蔬菜時之最佳供食新鮮蔬菜。

育種經驗：

1. 在美國時甘藍育種將入選甘藍植株移入溫室，單獨放一室，人工搖動助其雜交，少用蕾期授粉，美國人士多手大而粗，不善於作此細巧的工作。所以對甘藍品種純度要求不高，80-90%即可。
2. 曾見一株甘藍與蘿蔔雜交的F_1植株，生長於不加熱溫室中，未見其結子，繁殖時用扦插。

㈣蘆筍(3,4,5)：

蘆筍育種工作，是由於配合台灣蘆筍生產事業快速發展而開始，首先收集國內外蘆筍品種，試種並保存品種。因台北市台大園藝分場，地小而土壤不適合蘆筍，需排水良好之要求，故建水泥空心磚高畦，用適合蘆筍的一份腐熟廄肥，1份河沙，2份良好園土，配製而成之培養土，所以能保存當時台灣所有蘆筍品種之種源，供育種之用。亦曾作蘆筍品種比較試驗，照理論蘆筍應有6年產量，才能確定品種產量之高低。限於土地，人力，與經費，無法進行得到正確結果。只有作小規模試驗供參考之用。今將多年的蘆筍育種工作經驗，概述如下：

1. 收集世界各國及國內蘆筍的資訊文獻，對產業發展至爲重要。
2. 蘆筍種子通常只能貯藏3年，仍能保持良好的發芽力，但UC 309品種種子在冰櫃的乾燥器中保存有13年以上時間，發芽率尙保持良好。
3. 蘆筍種子在人工氣候室30/25℃室，士林石英沙播種箱內播種，每天澆水一次，第9天即有發芽出土，並且發芽整齊。
4. 由蘆筍栽培經驗及文獻資訊得悉，以種子大而重者能生產健壯幼苗。定植時應選健壯幼苗，淘汰瘦弱不良幼苗，否則影響以後多年之產量。
5. 以農林廳蘆筍定植規格，經蘆筍育苗試驗，證明僅需3 1/2月育苗時間，幼苗即可符合規格定植田間。
6. 蘆筍栽培土質應選土層較厚，排水良好，地下水位在一公尺以下者較適合。蘆筍田應

多施有機質肥料，或於冬季休閒期畦間種綠肥，生長初期不影響蘆筍生長時，翻入土中以增加土壤有機質爲佳。

7.蘆筍品種方面

(1)多倍體育種，一般而言，多倍體蘆筍對產量及嫩莖增大方面影響不大，由Tetra品種之生長表現可知。

(2)US 309與UC 711品種比較，UC 309較耐排水不良及較貧瘠土壤，在肥沃地則生產過大的嫩莖，不適合加工製罐之用。

(3)UC 157品種在台灣栽培試驗結果第一年生長良好，產量高，很快第二年即開始衰退，800育種品種亦試種表現不佳。

(4)在西德參觀品種比較試驗中，研究人員說法國品種植株生長較西德品種爲矮。

(5)在台灣的蘆筍品種比較試驗中，只有UC品種系列，比New Jersey品種，加拿大品種，荷蘭，西班牙，法國，西德等品種，較適合台灣風土栽培。其原因尚未確定，可能與高溫氣候有關。

8. 在台灣蘆筍育種時，曾在加州拜訪加州大學Davis校區蔬菜系蘆筍育種先輩Hanna先生，在一大片蘆筍田，請他指點如何選拔優良植株，他指向遠處植株生長較高，而顏色較深綠的說，那些比較好。更由他的蘆筍育種文獻，得益非淺。

9. 在荷蘭進修研究時曾參觀Velo試驗場，研究人員指著自交二代的蘆筍植株說，生長矮小不良，連花藥都不開了，所以無法自交下去。

10.台灣的蘆筍育種工作，因爲育種工作是長期性的，趕不上台灣蘆筍生產事業的快速發展。所以想出在引入品種的蘆筍田，尋找優良植株，集中移種一處，進行採種作爲台灣發展蘆筍所需之種子，例如台南選系蘆筍品種。此種快速育種方法，可以應急，但非根本解決蘆筍育種之道。由以往選拔各地優良高產植株，以第一次收集的植株最佳，先定植於鳳山私人農場，雖然挖掘後植株處理不當，死亡率高，但卻是相當優良的植株。可惜後來再移植至屏東種苗場農場，土壤差，管理不佳，全部生長不良淘汰。第二次再選拔優良蘆筍植株，在台南善化蘆筍研究中心農場種植採種，命名爲台南選系，曾參加紐西蘭首次品種比較試驗，表現甚佳。可見此種快速選拔方式是正確的，也是適合熱帶，亞熱帶的優良蘆筍種子。

11.組織培養出蘆筍營養系，雜交產生的品種，植株相當整齊，產量亦高，如UC 157但並不適合台灣栽培。在美國華盛頓州育成之蘆筍，即組織培養的蘆筍，植株生長極佳，後因歐洲芽蟲感染毒素病，幾至全軍覆沒。推其原因可能品種遺傳基礎太單純，經不起病蟲害考驗。所以建議台南選系應選較多數父母本採種，以增加遺傳基礎，較能適應環境。

12.蘆筍幼苗，在台灣高溫氣候下，在3-4月內，部分雄株有首先開花之現象。故可利用台灣天然高溫苗期選雄栽培方法，快速達到栽種全雄植株之目的，以增加產量。又不需漫長全雄育種的時間，也能適用所有各國優良品種。

13.蘆筍植株開花試驗，曾以700株蘆筍盆栽管理，統計開花時間，發現最早栽培後3-4個

月即有開花，陸續到二年，仍有植株不開花者之現象。

14.蘆筍幼苗頂花現象，可利用為一種最早辨別雌株之方法，亦為另一種方法達到全雄栽培的目的。雖然經頂花植株交配可增進幼苗頂花率，但尚不能供實用。近年日本利用一種殺草劑化學藥品，能增加幼苗頂花率，高達80-90%。在台灣試驗，未能得到相同效果。

15.台灣經過多年的全雄蘆筍育種工作，至今尚未能眞正育成全雄品種。

16.由蘆筍文獻及台灣實地應用，蘆筍母莖第一分枝高度作為選種指標，因第一分枝高者與嫩莖先端緊密有正相關關係。

17.建立蘆筍採種方法[2]，實際供作台灣選系採種之用。

18.經蘆筍光合作用試驗，證明蘆筍光合產物可直接運送至各生長快速之處，而非運送貯藏在貯藏根，故可實行台灣蘆筍留母莖的方法，及母莖更換之標準。

19.在台灣發現一般蘆筍最嚴重的銹病並不厲害，可能與台灣氣候因子有關。蘆筍重要的立枯病也不嚴重，經挖掘多年生的蘆筍植株根冠部分，發現中央部已腐爛，而根莖分向留母莖的部分因繼續採收嫩莖向前生長。也就是將溫帶多年生之蘆筍，轉變為熱帶，亞熱帶的一、二年生植株。

20.可利用蘆筍永久綠色基因到台灣蘆筍品種中，增加或延長冬季蘆筍的光合作物以增加產量。

21.台灣蘆筍原先在台北地區試種發展，產區逐漸移向中、南部，也證明溫帶蔬菜的蘆筍不一定非要冬季低溫休眠。在台灣北迴歸線以南的中南部亞熱帶、熱帶地區，採用留母莖栽培方法，也能成為世界第一的蘆筍生產事業。

㈤根菾菜：

1.Sweetheart品種育成經過[29]：

美國農部贈與sugar beet, US#225品種，在New Hampshire州參加品種比較試驗。部分品種製罐品嚐結果，大家共認US#225品質很好，唯有白色是不受歡迎之缺點。以US #225與Detroit Dark Red Table beet雜交，因根菾菜花小為風媒或蟲媒，開花雜交時將其移入溫室放置一起，搖動植株花粉隨風飄動而授粉，採收US#225植株之種子，種植田間。因根部白色為隱性，紅色為顯性。所以幼苗根部紅色者為雜交種，收穫雜交種根部經冷藏後放於溫室冬季需增長光照，促使開花結子。F_2種子播種田間，選拔根形好，全根紅色，含高糖量，根內部顏色以鑽小洞取樣，根內部無白色條帶，全紅者為佳，僅使根部微傷。糖份含量以糖度汁測定，只選拔紅根糖份含量同sugar beet者。冬季在溫室個別採種，次年夏季栽植田間作後裔檢定，最佳的後裔再行同樣選拔，直至純質育種品系，命名為Sweetheart品種。為一晚生，紅色根菾菜，根外表光滑，橢圓形，具長主根，但含糖量高達15%，普通根菾菜僅有7-10%含糖量。

2.開始monogerm根菾菜育種[19]：

普通根菾菜種子，大多一粒種球中，包含多數種子，其缺點為播種後產生多數植株，密生一起，根部無法生長必須疏苗以利根部發育。但大面積栽培，疏苗為一繁重

工作，如能育成單粒種子(monogerm)根菾菜，按適當距離種植即可免去疏苗工作。此monogerm性狀育種工作正開始進行，當時著者即已離開New Hampshire回國。

(六)甜玉米：

Cocheco品種育成經過(29)：

以Golden Gem品種(較爲早生，黃色甜玉米)與Fort Kent普通硬粒玉米(爲加拿大濱海省份之特早生品種)雜交，從其後代選拔到具特早生性狀如Fort Kent之甜玉米育種品系，命名爲(Cocheco 甜玉米品種。爲Durham N. H. 地方最早生之甜玉米，黃色，品質中等，植株矮，每一甜玉米有8-10排種子。可供北方生長季節短，其他甜玉米無法成熟的地方栽培。

引用文獻

1.西南農業大學 1988 蔬菜育種學 第二版 農業出版社 北京

2.洪 立 1970 台灣之蘆筍採種 中國園藝16(1)：1-6

3.洪 立 1975 蘆筍之育種 pp151-175 台灣農業研究中心編 園藝作物育種講習會專刊 第六號 台北

4.洪 立 1988 蔬菜育種之過去現在與未來 pp13-27 台東區農業改良場編 蔬菜品種改良研討會專輯 台東

5.洪 立 1991 台灣蘆筍之產業及其研究 海峽西岸農作物改良研討會 福州 31pp

6.孫明賢 1975 蔬菜抗病育種 pp133-135 台灣農業研究中心編 園藝作物育種講習會專刊 第六號 台北

7.黃 涵 1988 台灣邁向已發展國家蔬菜之研究與產業發展 pp855-867 國立台灣大學創校60週年大慶「邁向已開發的國家」系列研討會農學院論文集

8.蔡平里編譯 1989 學術演講專集 農友種苗有限公司 pp1-64

9.蕭吉雄 1988 蔬菜抗病性育種 pp153-157 農友通訊 第97期 農友種苗股份有限公司 高雄。

10.蕭吉雄 1990 園藝作物抗病育種之理論及實際 pp29-39 台灣省農業試驗編 園藝作物育種講習會專刊第31號

11.Asian vegetable research and development center. 1990. Vegetable production training manual. AVRDC, Shanhua, Tainan. 447pp.

12.baggett, J. R. and D. Kean. 1987. "Oregon 523" freezing pea. HortScience 22(2):330-331.

13.Bateman, A. J. 1952. Method of vegetable breeding. Report of 13th Internation al Horticultural Congress I:336-344.

14.Berry, S. Z. and W. A. Gould. 1988. "Ohio 8243" processing tomato. HortScience 23(5):930.

15.Corbet, E. G. and E. M. Meader. 1965. Non-stoloniferous strawberry. J. hered. 56:237-241.

16.Currence, T. M. 1954. Vegetable crops breeding. Teaching manual. University o f Minnesota

St. Paul. 272pp.

17.Hung, L. 1963. Response of okra a cool northern summer. Master thesis. University of New Hampshire.

18.Innes, N. L. 1983. Breeding field vegetables. Asian Vegetable Research and Development Center, 10th Anniversary Monograph Series, Shanhua, Taiwan ROC.

19.Georges, J. F.(ed.)1966. From UNH to your catalogues. New Hampshire Profiles 55(2):16-19, 41-42.

20.Johnson, C. E., D. M. Lancaster, W. A. Young and F. J. Sundstrom. 1988. "Red-N-Sweet" watermelon. HortScience 23(5):932-933.

21.Kalloo. 1988. Breeding method in vegetable crops. pp.75-104. In: Vegetable breeding Vol.1. CRC press, Inc., Boca Raton, Florida.

22.Meader, E. M. and L. Hung. 1963. Fragrant bean flowers. Bean Improvement Cooperative 6 : 22.

23.Meader, E. M. and L. Hung. 1964. Bush Cucurbita moschata. Vegetable Improvement Newsletter 6:3.

24.Meader, E. M. and L. Hung. 1966. "Redgold : squash. Vegetable Improvement Newsletter 8:11-12.

25.Meader, E. M., E. G. Corbett and L. Hung. 1962. Okra breeding. Vegetable Improvement Newsletter 4:6-7.

26.Whitaker, T. W. 1979. The breeding of vegetable crops : Highlights of the past seventy-five years. HortScience 14(3):359-362.

27.Yamaguchi, M. 1983. World vegetables. AVI publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. 415pp.

28.Yeager, A. F. 1950. Breeding improved horticultural plants. I. Vegetables. Agricultural Experiment Station, University of New Hampshire, Durham, N. H., Station Bulletin 380.

29.Yeager, A. F. and E. M. Meader. 1957. Breeding new vegetable varieties. Agricultural Experiment Station, University of New Hampshire, Durham, N. H., Station Bulletin 440.

30.Yeager, A. F. and E. M. Meader. 1958. Breeding better fruits and nuts. Agricultural Experiment Station,University of New Hampshire, Durham, N. H., Station Bulletin 448.

VEGETABLE BREEDING AND ITS EXAMPLES AND EXPERIENCES

Lih Hung

Department of Horticulture, National Taiwan University

This paper stress the importance, the main aims and the related matters of vegetable breeding in general. It also pointed out the defects and the weakpoints of vegetable breeding work in Taiwan which required strengthening. Examples such as the trend and success of vegetable breeding work in England and the United States have been mentioned as a mirror for our own work of vegetable breeding in Taiwan. And finally, the author deals with his long experiences in the work dealing with specific crops in detail are included. It is hoped that vegetable breeders in Taiwan should work as a team to raise the level of our vegetable industry in the futrue.

討　論

張連宗問：

1.育種的目標除應注意品質、抗病性、抗蟲性、實用性、高產及營養價值外，是否還需要考慮到市場的需要及消費大衆的需求？

2.關於西瓜和南瓜育種方面，爲何在F_1時不立即做回交，而要等到F_4或F_5時再進行回交？是否爲了觀察分離後代有沒有所需性狀？

洪立答：

1.蔬菜育種者的目標除有高產量、高品質、抗病蟲及逆境外，並要求高營養價值，另外的確要注意生產者、處理者、加工者及消費者的各種需求，逐步加以改良。

2.西瓜和南瓜育種時，視育種當時產品合乎育種目標之程度，決定需要在F_1時回交或到$F_2 \rightarrow F_5$時回交。回交的應用在於貢獻親已將所需要性狀導入F_1植株，而其他性狀不及優良親本時，用回交以增加符合優良親本特性之方法，缺點在於不能超越優良親本。

郁宗雄補充：

育種的目標最好能符合生產者的需要如容易栽培、抗病蟲害和早生等；符合運銷者的需要如耐貯藏、不會變色、不會腐爛和不會變澀等；符合消費者的需要如品質佳和口感好等。

張武男補充：

在台灣雜交一個組合後就想用譜系法或混合法來完成一個品種，但在國外，尤其是蔬菜育種，在F_2、F_3甚至到F_7、F_8世代還在做雜交，其主要目的是想導入更好基因。

余增廷補充：

要以育種目標來決定，如果只針對一個抗病品種，而要達到原來親本之優良特性，當然在F_1就可以做回交，不然的話，可在F_3或F_4世代再與其他品種做雜交，以增加一些其他優良性狀。

瓜 類 抗 病 育 種

蕭吉雄　楊偉正　陳甘澍

台灣省農業試驗所

前 言

瓜類爲葫蘆科作物，多原產於熱帶及亞熱帶地區，爲一年生或多年生的蔓性草本植物，種類很多，主要栽培的種類包括西瓜、甜瓜、絲瓜、胡瓜、苦瓜、扁蒲、冬瓜、南瓜、越瓜及隼人瓜等，爲台灣最重要之蔬菜種類，除做爲蔬菜外，亦爲飯後及夏季解渴極重要之瓜果，另外，尙可加工做飲料及裝飾，用途極廣。根據歷年來台灣年報之記載，近年來瓜類栽培面積均在四萬多公頃以上。

瓜類作物不但在植物形態及環境需求上有許多共同點，因此栽培條件有極多類似之處，此外亦有相同之病蟲害，甚至有些病蟲害具有世界共同性。危害瓜類的病害種類很多，如露菌病、黑星病、根瘤線蟲病、細菌性斑點病、青枯病、白粉病、蔓割病、蔓枯病、炭疽病、疫病及多種病毒病均在台灣不同瓜類作物造成相當程度的災害。化學藥劑雖是一相當有效之防治方法，然農友需要付出額外之開支，且易造成環境之污染及農藥殘毒，有害人體健康。何況有些病害如病毒病及土壤傳播性病害如蔓割病(或稱萎凋病)及疫病等若以化學藥劑防治效果不大。

育種目標

瓜類作物抗病育種目標之擬訂，需視該地區實際的狀況，譬如危害某種瓜類病害之嚴重性，普遍性，是否能以其他有效防治方法替代及在經濟上所造成之損失等因素來決定，並且經過一段時間後需作某種程度上的修正，以配合實際上的需要。育種目標有很強之地區性差異，像西瓜的蔓割病，甜瓜露菌病，白粉病，蔓枯病及病毒病，胡瓜露菌病，病毒病及疫病，苦瓜蔓割病，絲瓜、扁蒲和冬瓜之病毒病，南瓜白粉病和病毒病在台灣應列爲各該作物之主要育種目標，其他如西瓜、甜瓜和胡瓜之炭疽病亦相當重要。除了目前較嚴重或普遍之病害外，同時也需密切注意次要或潛在的病害，有可能在環境、品種及栽培制度改變的情況下變爲主要病害。

美國在1985及1987年曾分別針對大學及私人種苗公司之胡瓜育種者，作一項育種目標的調查(見表一)，此兩年所調查之抗病性及其他園藝性狀分別爲33項及41項，在1985年列入前

五名之育種目標為抗炭疽病(第二名)、果腐病(第三名)及根瘤線蟲病(第五名)，但在1987年列入前五名的為抗蔓枯病(第一名)、根瘤線蟲病(第二名)、葉疫病(第三名)及果腐病(第四名)，可見育種目標常隨實際需要而修改。

表一、美國胡瓜育種目標優先順序之調查(1985及1987年)

Rank in survey 1987	1985	Trait
1	7	Gummy stem blight resistance
2	5	Root knot nematode resistance
3	15	Alternaria leaf blight resistance
4	3	Rhizoctonia fruit rot resistance
6	2	Anthracnose resistance
7	26	Pythium cottony leak resistance
9	8	Downy mildew resistance
13	17	CMV resistance
14	18	WMV-1 resistance
15	19	WMV-2 resistance
16	16	ZYMV resistance
19	20	Angular leaf spot resistance
21	21	Target leaf spot resistance
24	9	Powdery mildew resistance
31	33	Scab resistance
33	31	Fusarium wilt resistance
34	32	Bacterial wilt resistance
35	30	Verticillium wilt resistance
41	33	

抗病材料及遺傳

抗病育種材料的蒐集為進行抗病育種計畫過程極為重要的一項步驟。蒐集材料時必須知道到何處索取，所索取的材料具有什麼特性以及該材料在保存機關之代號為何，如向美國農部函索需知PI的號碼，以方便提供單位的作業程序更加快速。亦可向各該作物之育種者分讓少量之抗病材料的種子。下列機關為IBPGR 所推薦具有保存全球收集之各項瓜類種子。另外，美國農部所屬之區域性引種站亦各負責不同瓜類種源之繁殖及保存也可列為函索瓜類種源的地方。

1. 南瓜屬(*Cucurbita* spp.)：
   a) Unidad de Recursos Geneticos
   Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas (INIA) Mexico 7, D.F., Mexico
   b) National Seed Storage Laboratory (NSSL) Fort Collins, Colorado, USA
   c) N. I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry Lentingrad, USSR
2. 甜瓜或胡瓜屬及西瓜屬(*Cucumis* spp. and *Citrullus* spp.)：

a) National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR) New Delhi, India
b) Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) Madrid, Spain
c) The National Horticultural Research Institute Ibadan, Nigeria
d) National Seed Storage Laboratory (NSSL) Fort Collins, Colorado, USA
e) N. I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry Leningrad, USSR

3. 其他瓜類(Other Cucurbitaceous species)：
a) Unidad de Recursos Geneticos, Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica is recommended to hold world collections of *Sechium edule, Lagenaria siceraria* and wild relatives
b) Institute for Plant Breeding (IPB), Los Banos, Philippines for holding world collections of *Benincasa* spp., *Luffa* spp., *Momordica* spp. and *Trichosanthes* spp.
c) National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR), New Delhi, India for world collections of *Benincasa* spp., *Lagenaria siceraria*, *Luffa* spp., *Momordica* spp. and *Trichosanthes* spp.

以下爲負責美國瓜類種源之繁殖及短期保存的區域性引種站
Northcentral Regional Plant Introduction Station, (Ames, I A)：胡瓜及冬南瓜
Southern Plant Introduction Station, (Experiment, G A)：甜瓜及西瓜
Northeast Plant Introduction Station, (Geneva,NY)：夏南瓜及其他各種瓜類

有關胡瓜及甜瓜的抗病材料及可能之遺傳方式可參考下列各表(表二、表三、表四、表五)而康乃爾大學Geneva試驗場的Provvidenti教授對瓜類病毒病之抗病材料之篩選及遺傳方式之研究舉世聞名，其所整理之資料(表六～表十)，可提供有興趣之研究人員很好之參考。

表二、胡瓜之抗病材料

Disease	Pathogen	Host resistance
Anthracnose	*Colletotrichum laginarium*	PI 197087
Downy mildew	*Pseudoperonospora cubensis*	PI 197087
Powdery mildew	*Sphaerotheca fuliginia*	'Poinsett'. 'Yomaki' 'Sparton Salad' PI 197088
Cucumber scab	*Cladosporium cucumerinum*	'Wisconsin SMR 9' 'Wisconsin SMR 12'
Angular leaf spot	*Pseudomonas lachrymans*	PI 169400 MSU 9402, Gy14A
Bacterial wilt	*Erwinia tracheiphila*	PI 200815, PI 200818, 79-48, 79-42-24
Cucumber green mottle mosaic	CGMMV	*Cucumis anguria*
Watermelon mosaic	WMV WMV-1 WMV-2	'Tablegreen' 'Surinam'
Cucumber mosaic	CMV	TMG 1

表三、胡瓜之抗病材料及遺傳方式

Diseases	Pathogen	Host resistance	Gene(s) involved
Anthracnose	*Colletotrichum lagenarium*	'South Carolina 19B'	cla
Powdery mildew	*Sphaerotheca fuliginia*	'Poinsett','Yomaki'	Two pairs of duplicate genes
		'Ashley'	Three complementary recessive genes for tolerance
		'Spartan Salad'	More than one dominant gene
		PI 197088	A dominant resistant gene, partially epistatis to the major gene for susceptibility
		SS 717	Single partially dominant gene
Downy mildew	*Pseudoperonospora cubensis*	'Poinsett'	P
Angular leaf spot	*Pseudomonas lachrymans*	—	Polygenic Pl
		—	Resistance appears to be polygenic
Cucumber green mottle	CMMV	*Cucumis anguira*	Cgm
Melon mosaic	MMV	'Kyoto 3 feet'	Single dominant gene
Watermelon mosaic	WMV	'Tablegreen'	Two recessive genes, a recessive gene

表四、甜瓜之抗病材料

Diseases	Pathogens	Sources
Anthracnose	*Colletotrichum laginarium*	
Alternaria blight	*Alternaria cucumerina*	AC 82-37
Downy mildew	*Pseudoperonospora cubensis*	'Seminole' 'Edisto' AC 70-154 *C. callosus*
Fusarium wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. melonis race 2	*C. melo* var. reticulatus, inodorus, chito, and flexuosus
	F. oxysporum f. sp melonis	'Delicious 51'
Gummy stem blight	*Mycosphaerella melonis*	'Shiro-2','Korea 11','Early' 'Forcing','PI 140471' 'Chilton','Gulf Coast'
	Didynella bryomiae	AC-70-154
Powdery mildew	*Sphaerotheca fuliginia* race-1	PMR 45, PMR 450 'Edisto' 'Campo', 'PMR 6' 'Georgia 47', 'C 68'
	Pseudomonas cubensis	PI 164323, PI 180283
Zucchini yellow mosaic virus	ZYMV	PI 161375 PI 414723
Watermelon mosaic virus	WMV	B 66-5 *Cucumis metulifesrus*

表五、甜瓜之抗病材料及遺傳方式

Diseases	Pathogen	Host resistance	Gene(s) involved
Fusarium wilt	*Fusarium oxysporum*	CM17187	Fom 1. 2
	Race 1 and 2		Fom 1, Fom 2
	Race 4 'Perlita'		Fom 4
	Race 0, 2 'Perlita FR'		Fom 3
Powdery mildew	*Saphaerotheca fuliginea*		
	Erysiphe cichoracearum	PMR 45, PMR 450	Pm 1, Pm 2
	Race 1, 2 *E. cichoracearum*	'Georgia 47' and 'C68'	Pm 1, Pm 2
Downy mildew	*Pseudomonas cubensis*	PI 164323 PI 180283	A recessive gene and other genetic factors
		PI 124111	Two incompletely dominant genes
Cucumber mosaic	CMV	'Freeman's'	Three recessive genes
		PI 161375 ('Songwhancharmi')	Single dominant genes
		'Mitangchang'	Two pairs of complementary genes
		'Shirourinigo'	Three pairs
		'Shiroubi Okayama'	Two recessive genes
		PI 180283	Single dominant
Watermelon mosaic	WMV-1	*Cucumis metuliferus*	Wmv
		PI 180280	Wmv-1

表六、西瓜屬之抗病毒病材料

Virus	Year	Author	Sources of resistance
CMV			Most C. species are resistant.
	1971	Komuro et al.	One specific strain can infect
SqMV			Most C. species are resistant
WMV-1	1984	Munger et al.	Several Pl's appear resistant
WMV-2	1977	Webb	Egusi (*C. colocynthis*) from Nigeria
	1984	Munger et al.	Several Pl's appear tolerant
ZYMV	1984	Provvidenti et al.	Egusi (*C. colocynthis*) from Nigeria

表七、南瓜屬抗病毒病材料

Virus	Year	Author	Sources and genetics of resistance
CMV	1960	Maritn	*C. pepo*, 2 recessive, strain specific
	1978	Provvidenti et al.	*C. Ecuadorensis*, *C. martinezii* and 11 other wild species
	1985	Provvidenti	*C. maxima* (Argentina), *C. moschata* (Nigeria)
SLCV	1984	Mc Creight	Some tolerance in *C. pepo*, *C. moschata*
SqMV	1978	Provvidenti et al.	*C. ecuadorensis*, *C. Martinezii*, *C. okeechobeensis*.
WMV-1	1978	Provvidenti et al.	*C. ecuadorensis*, *C. ficifolia*, *C. foetidissima*
	1982	Provvidenti	Tolerance in *C. maxima*: Zapallito Redondo (Uruguay)
	1984	Provvidenti et al.	*C. moschata* (Nigeria)
WMV-2	1978	Provvidenti et al.	*C. ecuadorensis*, *C. ficifolia*, *C. foetidissima*, *C. pedatifolia*. Tolerant: *C. gracilior* and *C. sororia*
	1982	Provvidenti	*C. maxima* (China)
	1984	Provvidenti et al.	*C. moschata* (Nigeria)
ZYMV	1981	Lecoq et al.	*C. ecuadorensis*
	1984	Provvidenti et al.	*C. ecuadorensis*, *C. moschata* (Nigeria)

表八、扁蒲及冬瓜抗病毒病材料

Virus	Year	Author	Sources of resistance
		扁　蒲	
CMV	1978	Greber	One Australian cultivar
	1981	Provvidenti	PI 269506 (Pakistan), PI 271353 (India), PI 391602 (China)
SqMV	1981	Provvidenti	All the accessions are resistant
WMV-1	1981	Provvidenti	PI 188809 (Philippines), PI 271353 and PI 288499 (India), PI 280631 (S.Africa), PI 391602 (China), and cv. Hyotan (Hawaii)
WMV-2	1981	Provvidenti	PI 271353 (India), PI391602 (China), and cv. Hyotan (Hawaii)
ZYMV	1984	Provvidenti et al.	PI 271353 (India)
		冬　瓜	
WMV-1	1977	Provvidenti	PI 391544 and PI 391545 (China)
WMV-2	1977	Provvidenti	Tolerance in PI 391544 and PI 391545 (China)

表九、胡瓜抗病毒病材料及遺傳方式

Virus	Year	Author	Sources and genetics of resistance
CMV	1928	Porter	Chineses Long, Tokyo Long Green
	1942	Shiffries et al.	3 dominant genes and modifiers
	1961	Wasuwat & Walker	single dominant (Cmv)
	1969	Kooistra	3 partially dominant
SqMV			Most cultivars are resistant
	1984	Wang & Provvidenti	ln Surinam (Suriname), single recessive (Wmv-1-1)
WMV-1			
WMV-2	1971	Cohen et al.	ln Kyoto 3-ft, single dominant(Wmv)
ZYMV	1985	Provvidenti	ln TMG-1, single recessive(Zym)

表十、甜瓜屬抗病毒病之材料及遺傳方式

Virus	Year	Author	Sources and genetics of resistance
CMV	1943	Enzie	Oriental Pickling Melons (*C. melo* var. conomon)
	1975	Karchi et al.	Freeman's Cucumber, 3 recessive genes
	1977	Risser et al.	Korean melon, 2-3 recessive genes
	1977	Takada	japanese melons, 2-3 recessive genes
CGMMV	1979	Kroon et al.	Several wild Cucumis species
	1982	Nijs, den	*C. anguria*, single dominant (Com)
SqMV			*C. melo*, no resistance is available
	1978	Provvidenti et al.	*C. metuliferus*, PI 292190 (S. Africa)
WMV-1	1962	Webb & Bohn	*C. melo*, PI 180280 (India)
	1977	Webb	PI 180280, single dominant (Wmv-1)
	1971	Quoit et al.	*C. melo*, PI 180283 (India)
	1983	Pitrat & Lecoq	PI 180823, single dominant (Wmv-1)
	1974	Provvidenti & Rob.	*C. metuliferus*, PI 292190 (S. Africa)
	1977	Provvidenti & Rob.	PI 292190, single dominant (Wmv)
WMV-2			*C. melo*, no resistance is available
ZYMV	1984	Pitrat & Lecoq	*C. melo*, PI 414723 (India), single dominant (Zym)
	1984	Provvidenti et al.	PI 414723, immune to most American strains
	1984	Lecoq & Pitrat	Resistance strain specific

胡瓜、甜瓜、西瓜及南瓜之抗病基因則在美國瓜類遺傳協會會報(CGC)各期分別刊出，如胡瓜(12期：91～103)，甜瓜(13期：58～68)，西瓜(14期：129～137)及南瓜(15期：102～109)。茲將胡瓜、甜瓜及西瓜之抗病基因及其所控制之性狀列在表十一、十二及十三。絕大部份之抗病基因係由一對基因所控制，但也有一些例外。同時某一病害因病原生理小種的改變，而有不同之基因控制各種不同生理小種，也有同一病害由不同類型抗病基因所控制。

表十一、胡瓜抗病基因及其控制之病害

基因符號	顯隱性	控制性狀
Ar	顯　性	對炭疽病有抗性
Bw	顯　性	對青枯病有抗性
Cca	顯　性	對Target leaf spot有抗性
Ccu	顯　性	對黑星病(Scab)有抗性
cla	隱　性	對炭疽病race-1有抗性
Cm	顯　性	對*Corymespora melonis*有抗性
Cmv	顯　性	對CMV有抗性基因之一
dm	隱　性	對露菌病有抗性基因之一
Foc	顯　性	對蔓割病有抗性
pm-1, pm-2 pm-3, pm-4	隱　性	對白粉病有抗性
psl	隱　性	對角斑病有抗性
Wmv	顯　性	對WMV-2 有抗性
wvm-1-1	隱　性	對WMV-1 有抗性
zymv	隱　性	對ZYMV有抗性

表十二、甜瓜抗病基因及其控制之病害

基因符號	顯隱性	控　制　性　狀
Fn	不完全顯性	對可引起植株萎凋及壞疽的ZYMV病原型"F"有抗性
Fom-1 Fom-2 Fom-3	顯　性	對蔓割病不同的race有抗性
Mc	顯　性	對蔓枯病有強抗性
Mc-2	顯　性	對蔓枯病有中抗性
nsv	隱　性	對甜瓜壞疽斑點病毒有抗性
Pc-1 Pc-2	不完全顯性	對露菌病有抗性，此二基因有互補作用
Pm-1, Pm-2 Pm-3, Pm-4 Pm-5	顯　性	對白粉病不同的race有抗性
Prv1	顯　性	對木瓜輪點毒素病有抗性，對Prv2爲顯性
Prv2	顯　性	對木瓜輪點毒素病有抗性，對Prv+爲顯性 ，來PI 180283 與Prv1爲同一基因座
Vat	顯　性	對蚜蟲 *Aphis gossypii* 傳播的病毒均有抗性
Zym	顯　性	對ZYMV病毒 "O"病原型有抗性

表十三、西瓜抗病基因及其控制之病害

基因符號	顯隱性	控 制 性 狀
Ar-1	顯 性	對炭疽病 race-1 有抗性
Ar-2	顯 性	對炭疽病 race-2 有抗性
db	隱 性	對蔓枯病有抗性，來自PI 189225
Fo-1	顯 性	對蔓割病 race-1 有抗性
pm	隱 性	對白粉病爲感病性'

抗病育種方法及主要成就

瓜類之抗病育種方法與一般之育種目標並無二致，惟一般的育種未涉及作物和病原間之相互關係，故目標比較單純。抗病育種則要和植物病理人員合作，且育種人員也應對病原之種類、生態、生活史、病徵、接種方法等等有所瞭解，才有助抗病育種計畫之執行。

一般而言由一對或少數對基因所控制之抗病性，最常用的育種方法是回交或雜交育種。回交育種視轉移之抗病性爲顯性或隱性在步驟上稍有差異。雜交育種則視作物的種類究屬自交作物或異交作物來決定後代選拔方式及選拔時期。瓜類雖爲異交作物但自交並無明顯之生長劣勢，所以自交或異交作物之育種法均可適用。由微效因子所控制的抗病性導入，宜利用輪迴選種的方法，經過數次的循環選拔，將抗病基因逐漸集中於一個品種或族群。由於瓜類利用雜種優勢極爲普遍，因此導入顯性之抗病基因更爲實用。而利用種間雜交育種方法以引進抗病性在未來將日益普遍。

瓜類抗病育種的主要成就，早期西瓜抗蔓割病及炭疽病育種，胡瓜抗病毒病、露菌病、黑星病、白粉病及細菌性萎凋病和甜瓜白粉病、露菌病、病毒病及蔓割病都有顯著成果。茲舉甜瓜抗白粉病品種PMR45(見表十四) 及西瓜抗蔓割病品種Dixielee之育成過程 (見圖一) ，作有志瓜類抗病育種者之參考。

抗白粉病之洋香瓜 PMR45號係利用感病之栽培品種和引自印度之抗病品種雜交，在F_1及F_2行抗病性選拔，將所獲得之抗病株再和栽培品種回交以改善園藝性狀，經一次回交後再用譜系法行抗病性選拔，並使抗病基因成同質結合以均一抗病性，最後獲得抗白粉病之洋香瓜品種No.45.

表十四、甜瓜抗白粉病品種 PMR45之育成步驟

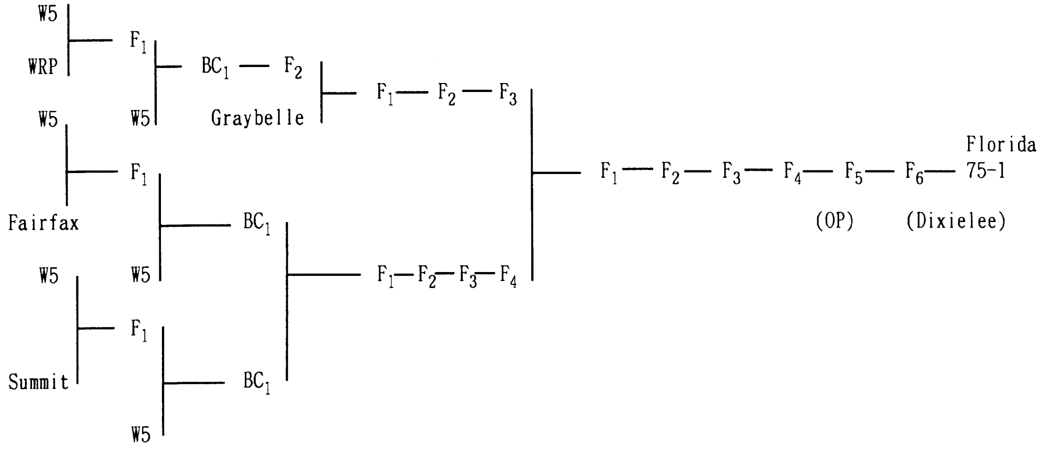
1. 1928年由印度收集之一甜瓜品種的抗病株和栽培品種 Hale's Best雜交。
2. 雜交F_1行抗病性選拔，並於1929年春天然授粉。
3. F_2之抗病性選拔，1929年秋抗病株並與 Hale's Best回交。
4. 第一次回交世代之 BC_1F_1行抗病性選拔，1930年春天然授粉。
5. BC_1F_2 之抗病性選拔，1930年秋行自交。
6. BC_1F_3 均一族群之抗病性，大量選拔抗病株並在1931年春獲得抗白粉病之洋香瓜 No.50.
7. 來自抗白粉病洋香瓜 No.50之BC_1F_4 在1932春再行抗病選拔。
8. BC_1F_5 抗性選拔，1933年秋行天然授粉。
9. BC_1F_6 抗性選拔，1933年春行天然授粉。
10. BC_1F_7 在1933年秋又行抗性選拔。
11. BC_1F_8 均一族群之抗病性，大量選拔抗病株，在1934年春獲得抗白粉病之洋香瓜 No.45.

〔摘自美國園藝學會雜誌47：347～356〕

Dixielee係美國佛羅里達大學Leesburg農業研究中心歷經13年方育成兼具抗蔓割病及炭疽病，耐運輸，果肉深紅色的西瓜品種。在1961年以抗蔓割病材料W5分別和另外三個西瓜品種—WRP(肉質深紅色、堅實、果皮較硬)，Fairfax(抗炭疽病)及 Summit(對蔓割病有強抗性)雜交，獲得三組雜交F_1。即第一組(W5 x WRP)，第二組(W5 x Fairfax)，第三組(W5 x Summit)，三組F_1再與W5回交，其中一組(W5 x WRP)之 BC_1F_2 再與Graybelle (抗炭疽病)雜交並以譜系法選拔到F_3。另兩組之BC_1則相互雜交後以譜系法進行到F_4，第一組組合之F_3和另兩組組合相互雜交產生之F_4再行雜交，其雜交後代又以譜系法進行選拔至F_7(75-1)即命名爲Dixielee，詳細情形可參閱圖一 (摘自佛羅里達農業試驗場S-263 Circ.)。

圖一、西瓜抗蔓割病品種 Dixielee 之育成經過

Year pollinated:	Spring 1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Year grown:	Fall 1961	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975



主要參考資料

1. Dr. Kalloo, 1988. Vegetable Breeding Vol. II. CRC Press, Inc. Boca Ratom, Florida.

2.Bassett, Mark J.(ed.) 1986 Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Comp, Inc. Westport, Connecticut.

3. Russell, G. E. 1978. Plant Breeding for Pest and Disease Resistance. Butterwortbs, London.

4. Whitaker, Thomas W. and Glen N. Davis 1962. Cucurbita. Interscience Publishers, Inc. N. Y.

5. IBPGR 1983. Genetic Resouros of Cucurbitaceae. IBPGR, Rome. Italy.

6. Robinson, R. W. et al. 1976. Gene of the Cucurbitaceae. HortScience 11: 554～568.

7. Sitterly, W. R. 1973. Cucurbits. In Nelson, R. R (ed.) Breeding Plants for Disease Resistance. P287～306. The Pennsylvania State University Press, University park, Penn.

8. Tayor, D. E. et al. 1946. The development of powdery mildew resistance cantaloupes. Proc. Ameras Soc. Hort. Sci. 47:347～356.

9. Wehner, Todd c. 1988. Survey of cucumber breeding methods in the U.S.A. CGC vol.11:9～12.

10. Munger, Henry M. 1985. Near-isogenic lines of several cucumber varietis. CGC vol. 8:4～6.

11. Crall, J. M. and Elmstrom, G. W. 1979. "Dixielee". Fla. Agri. Exp. Stn. Circ S-263.

12.Provvidenti, R. 1986. Viral diseases of cucurbits and sources of resistance. In : FFTC Book Series No.33. Plant Virus Diseases of Horticultural Crops in the Tropics and Subtropics. P.21～36.

13.Pierce, Lawrence K.and Todd C. Wekner. 1989. Gene list for cucumber. CGC 12:91～103.

14.Pitrat, Michel 1990. Gene list for *Cucumis melo* L. CGC 13:58～68 ·

15.Henderson, Warren R. 1991. Gene list for watermelon. CGC 14:129～137.

16.Hutton, Mark G. and R. W. Robinson. 1992. Gene list for *Cucurbita* spp. CGC 15:102～109.

十字花科蔬菜與馬鈴薯基因轉移

曾夢蛟 蔡啓仁 吳幸麗

國立中興大學園藝系

本省自光復以來，蔬菜之栽培面積、種類不斷地擴大及增加。爲求高品質蔬菜生產，有待進一步改善育種技術的必要。將組織培養及分子生物技術合併到育種工作的計畫中，是目前改良作物的重要步驟。將外來基因導入植物體內的成功例子，已用來增加我們對植物生長發育與生理的調節有更進一層的瞭解。其它尙有導入抗殺草劑、抗蟲劑、抗生物藥劑、免疫蛋白、螢光酵素等基因到植物之實際應用的報導。

馬鈴薯爲世界性最重要非穀類糧食作物，提供人類大量的能量及營養來源，較其他作物而言更有增加單位栽培面積及品質之潛力。新的基因轉移及細胞培養技術，使外來基因導入植物細胞並再生成轉殖株成爲可能，這也提供馬鈴薯品種改良之可能新途徑。十字花科蔬菜更是爲本省重要的經濟蔬菜作物。本文即簡要探討目前常用之植物基因轉移方法及回顧過去十年來在馬鈴薯及十字花科蔬菜基因轉移之研究成果。

植物基因轉移的方法及評估

植物基因轉移系統可區分爲間接基因轉移(indirect gene transfer)及直接基因轉移(direct gene transfer)兩種。

一、間接基因轉移：

*Agrobacterium*法(Lindsey and Jones, 1990)。*Agrobacterium*是最常用來做爲間接基因轉移的媒體。由*Agrobacteria*主導的基因轉移主要有*Agrobacterium tumefaciens*和其相近的*Agrobacterium rhizogenes*。兩者都是存在於土壤中的植物病原性細菌。當*A. tumefaciens*感染植物的傷口時會造成傷口附近細胞的增殖而使植物形成冠瘿腫瘤(crown gall tumor)。*A. rhizogenes*則是使植物產生毛狀根群(hairyroots)。其原因在於當*Agrobacterium*接觸到植物的細胞，其內含的Ti質體(tumor inducing plasmid)上一段T-DNA會由菌體轉移到植物細胞內，進而嵌入植物的染色體之中。T-DNA上包含了一段*onc*基因可使植物體內生auxin含量升高，進而刺激植物細胞的分裂，造成腫瘤。Ti質體，除T-DNA外另外必須有*vir*基因的存在。*vir*基因和*Agrobacterium*染色體上的*chr*基因共同作用，T-DNA才可以轉移進入細胞之中。T-DNA如何由*Agrobacterium*穿過植物細胞壁，嵌入染色體中的過程並不完全瞭解

。但分析T-DNA嵌入寄主染色體的模式時發現在T-DNA嵌入點的兩邊恰好都有二個25bp的direct repeated sequence稱之爲left border及right border，基因須位於left border及right border之間，或至少有一border存在時，才會被轉移進入植物細胞中。因此，只要將外來的基因接入Ti質體的T-DNA中，便可利用*Agrobacterium*將外來的基因轉移到植物的染色體組之中。

藉由*Agrobacterium*雖可導入外來的基因，但仍存在著問題。*Agrobacterium*在轉移T-DNA時，同時會將致病基因送入植物細胞內。且野生型*Agrobacterium*的Ti質體相當大，約在200kb左右，因此不利於遺傳工程之操作。解決的辦法乃將*onc*致病基因去除，但仍保留border sequence，形成所謂disarmed Ti質體，同時加入可篩選基因到T-DNA中。篩選基因通常是一些抗藥性基因例如抗kanamycin的基因(NPTII)，因此可使轉形細胞在含有抗生素的培養基下生長，未轉形細胞則無法生長而達到篩選的目的。至於T-DNA過大的問題則將*vir*基因置於另一個disarmd Ti質體上。因此使含有T-DNA的Ti質體縮小，而*vir*基因仍可發揮其應有的功能。這個縮小的Ti質體再經由修改，使其成爲泛寄主的載體，可以存在於*E. coli*及*Agrobacterium*內以利於遺傳工程上之操作。如可將外來的基因及可篩選基因接入T-DNA之中，然後將此構築好的Ti質體送入*E. coli*中複製，再經由helper *E. coli*的幫助，行tripartite mating將Ti plasmid由*E. coli*傳送到*Agrobacterium*上，故當以此*Agrobacterium*去感染植物組織便可將外來基因送入植物染色體中而不會有前述的問題產生。

*Agrobacterium*轉移法可利用植物的葉圓片、根、莖段或原生質體和*Agrobacterium*共同培養，而使*Agrobacterium*感染植物細胞。然後去除*Agrobacterium*再將經轉移的細胞或組織培養在含有生長荷爾蒙及抗生素的培養基下。如此只有獲得轉形的細胞可繼續生長。再將這些轉形組織移至仍含有抗生素的分化培養基下使經由organeogenesis或embryogenesis產生出再生植株。經由*Agrobacterium*轉移法產生的轉殖植物種類已有很多報導(Lindsey and Jones, 1990)。

*Agrobacterium*的基因轉移效率約在0.1～5%之間，但有高達50%的報導(Binns, 1990)。其轉移率也會有同一種植物不同品種而有所差異，某些品種很容易轉移成功，某些品種則轉移率很低，另外一些品種只能針對某一時期的特定組織行特別處理才可轉移成功。雖然*Agrobacterium*轉移法是現有多種轉移法中成功例子最多的，但僅限於雙子葉植物。至今許多試驗的嘗試仍無法證實*Agrobacterium*是轉移基因進入單子葉植物的有效系統。

二、直接基因轉移法：

1.Polyethylen glycol（PEG）法

最早的報導發現poly-L-ornithine（PLO）會增加病毒感染原生質體的機率，後續的實驗也發現PEG也能促進原生質體及吸收病毒及病毒核酸。因此自1970年代，科學家便嘗試是否這種技術可將分離出的Ti質體轉移進入原生質體之中。Davey *et al.*, (1980)將萃取自octopine strain的*Agrobacterium*之supercoiled Ti質體和矮牽牛的原生質體混合加入PLO使其互相作用。經由培養長出的colonies發現可在不含荷爾蒙的培養

基下生長，而且有octopine 的合成。Krens(1982)也證實ＰＥＧ能使Ti質體進入煙草葉肉原生質體中。分析這些進入煙草和矮牽牛原生質體中嵌入Ti質體結構及組成都和由*Agrobacterium* 所轉移的Ｔ-ＤＮＡ不同。在矮牽牛的轉形組織發現Ｔ-ＤＮＡ則被切成數個片段。Ｔ-ＤＮＡ的 bordor在這個情況下和Ｔ-ＤＮＡ的嵌入植物染色體組及表現沒有任何關係(Devey *et al.*, 1989)。此外，利用帶有突變 *vir* 基因的Ti質體作直接基因轉移發現也可產生轉形效果，也就是 *vir* 基因的Ti質體作基直接基因轉移法是非必要的。這些報導的轉形效率約在 10^{-4}～10^{-5} 之間。隨後的研究發現Ｔ-ＤＮＡ序列對植物細胞欲表現外來基因或造成穩定轉移而言是非必要的。Paszowsk *et al.*,(1984) 將帶有CaMV 35S啓動子及ＮＰＴⅡ基因的質體（pABD1）混合菸草原生質體與PEG6000，然後利用含有kanamycin的培養基篩選轉殖植株，分析轉殖植株後代發現外來基因依孟德爾性狀遺傳至子代之中。

PEG (polyethylene glycol) 是極度親水性的分子，會吸走溶液中的"free water"，因此在高濃度ＰＥＧ存在下，ＤＮＡ等大分子便會沉澱下來。原生質體膜帶負電且ＤＮＡ分子也帶負電，因此ＤＮＡ和原生質體的作用便很有限。在極高濃度ＰＥＧ(30％～40％)之下，ＰＥＧ似乎會減低電荷相斥的作用，原生質膜因而可緊密的互相接觸，造成lipid bilayer互相融合進而造成細胞融合。ＰＥＧ也被證明能刺激原生質體的內胞飲作用(endocytosis) 使原生質體能吸入葉綠體，liposomre 或細菌等大分子。雖然如此對原生質體如何吸入ＤＮＡ，ＰＥＧ所扮演的角色仍不清楚，但可能是ＰＥＧ使ＤＮＡ沉澱到原生質膜上，同時誘導原生質體行內胞飲作用而將ＤＮＡ吸入其內(Draper *et al* ., 1988)。使用ＰＥＧ轉移法時ＰＥＧ的濃度約在15％～25％之間，原生質體密度則在 10^6/ml左右。Negrutium *et al.*, (1987) 報導PEG6000、4000皆可使用。PEG4000的效果略優於PEG6000，且較分子量低的ＰＥＧ爲優。同時菸草原生質體在含有15mM Mg^{2+} 緩衝液中可增加ＤＮＡ吸收的效果。另有證據顯示當ＤＮＡ濃度增加，轉殖原生質體之 transient expression 越高。ＤＮＡ濃度上限約在50～200 μ g/ml 左右 (Wilson *et al.*, 1989)，依原生質體來源而有所不同。此外，如果ＰＥＧ的濃度超過25％則原生質體死亡及融合的數目都會增加，因此便很難得到轉殖個體。

2.電穿孔法(Electroporation)

直接基因轉移到原生體的另一個方法乃使用電穿孔法。依Zimmermann(1986)的報導當給予原生質體一外加電場時，會造成原生質膜內外電位差。當外加電場夠大時，膜內外的電位差使膜崩解而使原生質膜產生孔洞。當給予適當大小及時間的電場時，原生質膜的破壞及回復是有可逆性的。因此外在的ＤＮＡ及大分子物質便可經由孔洞進入原生質體之中。電場的強度及施加的時間是影響電穿孔法轉移基因效率的主要因素。而電場強度的施加則和原生質體大小及溶液中存在的離子濃度有關。通常電穿孔法在二種情況下可造成有效的直接基因轉移，一是在高電壓短時間(1.5KV,10 μ s）的情況下(Shillito *et al.*, 1985)，另一是在低電壓長時間的電擊之下(350V,10us) (Zimmermann，1986)。Shillito *et al.*,(1985) 把煙草的原生質體給予45℃，5分鐘的熱休克處理加入含

有ＮＰＴII基因的ｐＡＢＤ１質體及ＰＥＧ給予1.0～2.5 KV/cm 電擊，得到穩定的轉移植株，且其轉移效率比單獨使用ＰＥＧ高出1,000倍。Fromm *et al.*, (1985)則使用ＣＡＴ爲報導基因，在350V，54ms之條件電擊可使玉米原生質體表現出最高的ＣＡＴ活性。

實驗也證明直接基因轉移法可將二個不同質體在轉移過程中同時送入原生質體之中。Leszek *et al.*, (1989) 將帶有ＧＵＳ基因的ｐＰＵＲ及帶有ＮＰＴII基因的ｐＫＡＮ質體以ＰＥＧ共同轉移至玉米原生質體之中。在抗kanamycin 的 colonies 中，50％表現ＧＵＳ基因活性。Tagu *et al.*, (1990)使用矮牽牛爲材料也有同樣的報導。

在廣泛使用煙草爲直接基因轉移的模式之外，經濟作物原生質體的基因轉移也是研究的重點。Guerche *et al.*,(1987)利用電穿孔法將帶有ＮＰＴII的ｐＡＢＤ１質體送入 *Brassica napus* 的葉肉細胞原生質體之中。其轉殖植株抗kanamycin的性狀有依孟德爾遺傳定律轉移至下一代的現象。Koehler(1987) 則將帶有ＮＰＴII基因的pLGV2013 質體以電穿孔法送入豆科植物 *Vignaitifolia*原生質體中，結果發現0.58％的colonies帶有抗kanacymin的性狀。

由於重要單子葉穀類作物如玉米、稻子無法使用 *Agrobacterium* 作有效基因轉移，直接基因轉移對這些單子葉作物便顯得很重要。Rhodes *et al.*,(1988)利用電穿孔法將ＮＰＴII基因導入玉米原生質體之中得到抗kanamycin玉米轉殖植株，但很不幸這些玉米是不稔性的。Zhang *et al.*, (1988)則把ＮＰＴII基因轉入水稻胚細胞懸浮培養之原生質體中分析其中再生株發現都有ＮＰＴII基因存在，但只有二棵表現出ＮＰＴII基因的活性其中有一棵結出種子。Zhang *et al.*,(1988)將含有 Adh1-GUS之pAT13質體以ＰＥＧ送入水稻Pi-4 及Taipei 309原生質體之中。在378個再生癒傷組織之中有61個具有ＧＵＳ活性而在378棵再生植株之中86棵帶有ＧＵＳ基因。由於pAT13質體帶有Adhl啓動子可在無氧下被誘導。某些轉殖水稻的根部ＧＵＳ活性在無氧狀況下可增加5～6倍。Datta *et al.*, (1990)使用PEG6000將抗hygromycin的CaMV35s-*hph* 基因送入水稻原生質體中得到77棵轉殖水稻可抗hygromycin之特性，並可遺傳到子代。直接基因轉移到原生質體的方法能持續地發展使用乃因 *Agrobacterium* 轉移系統無法使用在單子葉植物上。而直接基因轉移法是唯一可產生轉殖穀類作物的方法。使用原生質體爲直接基因轉移材料比起另外的細胞材料具有關鍵性的優點；(1) 原生質膜在某些情況下可產生通透性使外來ＤＮＡ可直接進入原生質體之中。(2) 外來基因有到達每一個 competent cells的機會，因而可增加由一定細胞數目中得到轉殖植物的機會。(3) 所有可獲得原生質體的植物都可用此法來行基因轉移而無單子葉、雙子葉之限制。有證據顯示直接基因轉移至原生質體外來基因會嵌入一個或一個以上的locus ，且有依孟德爾遺傳律傳至下一代的現象，而且和植物原有基因一樣的穩定(Potrykus *et al.*, 1985)

3.基因槍(Gene Gun, Biolistic)

此法乃將ＤＮＡ包在微小的鎢金屬微粒表面上(直徑4 μ m)，利用高速的投射器將鎢金屬微粒加速到430m/sec的高速使其能穿透植物組織的細胞壁進入細胞之中，同時

也將ＤＮＡ帶入植物細胞內。這個方法已成功的將含有CaMV35s-CAT 的質體帶入洋蔥的表皮細胞(Klein *et al.*, 1987)。分析這些被撞擊的細胞發現有高度的ＣＡＴ活性表現。Wang *et al.*, (1988)將帶有Adhl-ＧＵＳ 的質體送入水稻、小麥、大豆的細胞中都可以偵測到ＧＵＳ基因的表現。後續有利用大麥的培養細胞及未成熟胚爲材料分析ＣＡＴ基因的表現(Kartha *et al.*, 1989) 及玉米的培養細胞送入ＧＵＳ及ＮＰＴII基因得到有ＧＵＳ表現及抗kanam ycin 的再生癒合組織。並經南方墨點證實外來基因的存在(klein *et al.*, 1989)。利用此法射擊大豆未成熟胚的分生組織，2％從此分生組織分化出之植株表現了鑲嵌形式的ＧＵＳ或ＮＰＴII基因活性(McCabe *et al.*, 1988)。抗kanamycin的轉殖煙草植株也利用此法由葉片或培養的細胞而獲得(Klein *et al.*, 1988)。Fitch *et al.*, (1990)則以木瓜之未成熟胚及下胚軸爲材料轉移含有ＮＰＴＩＩ及ＧＵＳ的質體。經6～9個月的培養得到有ＧＵＳ表現及抗kanamycin 的再生植株。Gordon-Kamm *et al.*, (1990) 則將 *bar* 基因導入玉米胚培養懸浮細胞中得到的轉殖玉米具結實能力。在53株子代中有29株帶有 *bar*基因。將*bar*及ＧＵＳ基因共同轉移，而再生的癒傷組織，同時可表現此二個基因。由實驗報導來，基因槍方法操作容易，僅一次射擊便可造成許多細胞同時中彈，同時包在金屬微粒的ＤＮＡ進入細胞後仍具有生物活性；使用的材料不必是原生質體而可以是植物的組織、細胞、器官、分生組織或花粉 (Twell *et al.*, 1989) ，而且沒有植物種類的限制。所以基因槍可能是可以產生穩定的單子葉作物轉殖植株的有效方法。

利用Biolistic 產生transient expression 的情況非常有效，但由 transient expression增進到stable integrative transformation 則是非常沒有效率的。在數千個轉移事件中僅有少數的stable integration發生(Potrykus, 1990)。不過由於其方便性，基因槍仍是具有潛力的轉移法。

4.微量注射法(Microinjection)

微量注射乃利用含有ＤＮＡ溶液的微小毛細管刺入特定的植物細胞或細胞核之中，而可將ＤＡＮ注入細胞(細胞核)內。微量注射須使用holding capillary system 來固定被注射物體，以利於微小毛細管行細胞內注射。被注射的物體可以是植物的原生質體(Lawrence and Davies, 1985)，細胞(Tokoda *et al.*, 1988)或者是小型的多細胞結構(Neuhaus *et al.*, 1987) 。由於微量注射是以物理方法傳送ＤＮＡ，因此沒有植物種類之限制。微量注射最先選擇的是已形成部份細胞壁的原生質體。這在煙草(Crossway *et al.*, 1986)、苜蓿(Reich *et al* ., 1986) 上有轉移成功的報導，而且被注射的細胞仍可存活及生長。雖然其轉移的機率很高(14％～16％)，但能處理的細胞量很少，因此能再生的轉殖植株數目便更少了。微量注射同樣也可用於注射有完整細胞壁的細胞，胡蘿蔔的懸浮培養及番茄的單一癒傷組織細胞(Toyoda *et al.*, 1988) 都有成功的報導。但尙無明顯分子上證據證明有穩定轉移現象。有些例子則是將ＤＮＡ注入小孢子、胚珠、未成熟胚等具有高度再生能力或胚發生的細胞中 (Neuhaus and Spangenberg, 1990) 。Neuhaus *et al.*, (1987) 利用此法將含ＮＰＴII之質體注人油菜的八個細胞期的擬胚中。然後利用微培

養使其發育為植株。經由dot blot檢查發現轉移率在27～51％。並且發現這些轉殖植株的轉形是嵌合的形式。

和基因槍相較之下，微量注射法一次只能注射一個細胞，而且操作上須要更多經驗及技巧，但不可否認的微量注射法有其好處：(1) 其對ＤＮＡ的傳送是很準確，通常可將ＤＮＡ直接送入細胞核中因而增加ＤＮＡ嵌入染色體之機會。(2) 只有幾個細胞且具有高度再生能力的微小結構如小孢子(micro-spore)及合子(zygote)來的原胚(proembryos) 都可以是注射對象。(3) 許多植物的zygotic proembryos都可分離得到且可培養成植株。因此減少了再生的培養困難。但對於多細胞結構行微量注射可能只產生嵌合的轉殖植物(Neuhaus *et al.*, 1987) 。因為只有一些接受到外來基因的細胞會有ＤＮＡ嵌入染色體組的可能產生。而且也無法預見這些轉形細胞會對植物體的發育有所改變。因此，只有去分析這些轉形細胞的後代的表現才能評估對細胞組織行微量注射來轉移基因的價值(Potrykus, 1990)。

5.巨量注射法(Macroinjection)

此法乃利用比細胞尺寸還大的注射針將ＤＮＡ送入植物組織的傷口內，同時也破壞和注入ＤＮＡ接觸的細胞。因此ＤＮＡ須轉移到和傷口鄰接的細胞中才有嵌入植物染色體組的可能，因此如同將植物組織浸入ＤＮＡ溶液來企圖造成ＤＮＡ轉移的方法一樣產生了許多疑問。De La Pena *et al.*,(1987) 將ＮＰＴII基因注入到黑麥減數分裂發生前14天的花芽分生組織中，然後去檢視這些花芽產生的種子發現有些種子具有ＮＰＴII的活性且由southern blot證明基因的嵌入，但在後來對水稻、小麥、玉米做的大規模實驗則無任何轉殖植物產生(Potrykus, 1990)，所以巨量注射法似乎不是一個穩定有效率的轉移方法且仍具有爭議性存在。

6.花粉管途徑法(Pollen tube pathway)

Luo & Wu (1989)將水稻授粉後使花粉管發育至適當時機，切去花柱將含有CaMV 35S-ＮＰＴII基因的ＤＮＡ溶液滴在切口，他們認為ＤＮＡ可沿著花粉管而進入胚珠中。由這些處理植株結出的種子中有20％帶有ＮＰＴII的活性。且由southern及slot blot 證實有雜交的訊號出現。然而Potrykus(1990)認為其南方墨點的數據未能證明ＮＰＴII基因有嵌入高分子量ＤＮＡ之中，因為其使用整個質體為probe 而不是定義出一適當的片段作為雜交反應的probe。且ＮＰＴII 酵素活性的分析在此並不可靠，因為ＮＰＴII的活性測試有許多虛假的正反應(false pastive) 的記錄存在，他認為很難去評論這個系統是否管用。因為花粉管並非一個中空的管子，而是有callose 形成的「塞子」填充於其中，所以滴入的ＤＮＡ可能被細胞壁所「捕捉」而花粉管及synergids也可能有nuclease 來破壞ＤＮＡ。但這個方法仍值得進一步的試驗。

馬鈴薯基因轉移之研究

馬鈴薯基因轉移之研究至今大都以 *Agrobacterium* 來做轉移的工作。只有 Masson *et al.*,

(1989)利用電穿孔法將基因轉移得到二倍體轉殖馬鈴薯。Jones *et al.*, (1989)則僅止於使用電穿孔法轉移基因到馬鈴薯原生質體分析其transient expression。

Ooms *et al.*, 在1983 年使用野生型*A. tumefaciens*感染栽培種馬鈴薯Maris Bard 的莖段。在35個經感染的莖段中有4個存有T-DNA表現出的反應，但全部都無法長出根部。Ooms *et al.*, (1985)則利用*A. rhizogenes*感染栽培品種 Desiree 的莖段，在2～3週之後由感染的地方長出根群。由這些根群誘導出的一些癒傷組織分化出芽梢並可再生成完整植株。一部分的再生植株染色體組DNA經以雜交反應證明Ri DNA 的存在。這些轉形植株的外表型一致但和原有之Desiree 有很大的差異。這些再生轉殖植株有較多的根，輕微皺縮但有光澤的葉及較明顯的芽眼。Ooms *et al.*, (1987)利用二種*Agrobacterium*品系，一帶有NPTII基因的disarmed T-DNA，另一是shoot inducing strain 混合培養去感染栽培種Maris Bard 及 Desiree 的莖段。但得到的六株轉形植物之四株爲aneuploid ，另外有一株爲47個染色體，而非正常的48個。Tavazza *et al.*, (1988)也把含有NPT-II基因的disarmed Tiplasmid (pGA492)用*A. tumefaciens*感染Desiree的葉圓片。同時也使用feederlayer 的技術來培養葉圓片，在四週內便可得到可抗kanamycin 的轉殖馬鈴薯，且外觀正常，這比一般的轉移程序快得多，他也認爲良好的再生培養環境是得到高轉形率的基本條件。

DeBlock (1988) 使用數個不同栽培品種－Bintje、Berolina、Desiree、Russet Burbank切傷葉片爲材料。然後和帶有NPTII或*bar*基因之disarmed 質體之不同*Agrobacterium*共同培養，這些品種的馬鈴薯葉子都能在感染後在含有kanamycin 的培養基上長出癒傷組織，且幾乎所有的癒傷組織都能分化出芽梢。分析這些轉殖植物發現帶有一至數個T-DNA ，且能表現出NPTII及抗殺草劑phosphinot ricin (*bar*基因產物)之特性。轉殖植物可在高劑量殺量劑phosphinotricin 的處理下存活生長。依De Block(1988)使用一系列不同培養基的培養系統可在7-10週內得到轉形植株且少有變異發生。Wenzler *et al.*, (1989) *A. tumefaciens*帶有CaMV35S-GUS 及nos-NPTII的disarmed質體pBI 121或 paptine-GUS 的pBS20 A-G質體去和Desiree、Superior、Russet Burbank、FL1607等品種共同培養都可得到轉殖馬鈴薯，由pBI 121 來的轉殖馬鈴薯之間的GUS活性有20倍以上之差異。而paptine-GUS轉移的轉殖馬鈴薯在薯球有很高的GUS基因活性。

除了葉片莖段爲轉移材料外，也有以薯球切片爲轉移材料的報導。 Stiekema *et al.*,(1988)使用栽培種Bintje，Desiree 薯球切片和含有CAmv35s-gus 及nos-NPTII disarmed Ti plasmid pBI 121的*Agrobacterium*共同培養在含有kanamycin培養基中長出之轉殖植株經分析都有GUS基因之表現且沒有變異產生。Ishida et al., (1989) 同樣用pBI121 Ti質體以*A. tumefacines*感染栽培種Russet Burbank及Lemhi Burbank的薯球切片也得到相同結果。Sheerman & Bevan(1988)則以 Plantland Dell，Desiree，Maris Piper，Maris Bard 及 Golden Wander 品種之1～2mm薯球切片爲材料和含有nopoline synthase基因之pBIN6 Ti質體的*A. tumefacines*共同培養都得到可產生nopline的轉殖馬鈴薯。

除了使用*A. tumefaciens*爲轉移系統，在*A. rhizogenes*爲轉移系統也有轉殖馬鈴薯成功的報導。Haeneisch *et al.*,(1988) 將栽培種Desiree及Bintje 的葉圓片及薯球切片和*A. rhizogenes*共

同培養，有10％經由感染後根群來的癒傷組織分化出芽梢。其中26個芽梢是Bintje 品種，13芽梢爲Desiree品種，都具有opine形成的反應，除Desiree有一個芽梢爲八倍體，其它再生的芽梢都是四倍體。所有Bintje 品種的轉殖植株外表皆有變異，而Desiree品種則全部正常，但其薯球的形狀及大小卻有變異。Vesser *et al.*, (1989) 也使用帶有野生型Ri質體及含有ＮＰＴＩＩ及ＧＵＳ基因之binary vector (pBI 121)的A. rhizogenes 對八個二倍體品種做轉移試驗。八個品種都可得到hairyroot clone 及再生轉殖枝條，其中58％的再生芽梢爲四倍體，38％爲二倍體。這些轉殖植株生長在含有kanamycin 的培養基上且比不在含有kanamycin 的培養基上有更長的根系。由opine，ＮＰＴII，ＧＵＳ活性的測定及南方雜交法證實基因轉移的成功且有數個Ｔ-ＤＮＡ及Ｒｉ-ＴＤＮＡ嵌入的情形。分析其子代發現所有的轉移都可遺傳至下一代。除了使用篩選標誌基因及報導基因做轉移試驗之外，Sijmons *et al.*, (1990)將帶有CaMV35S Ｓ-ＨＳＡ(human serum albumin) binary ＨＳＡ expression vector 的 *Agrobacterium* 感染 Desiree的葉圓片。由北方墨點及西方墨點證明再生的轉殖植株有ＨＳＡ的產生。Hoekema *et al.*, (1989)則將Potato Virus X （ＰＶＸ） 的coat protein（ＣＰ）基因構築在 CaMV35S promoter之後剪接在pPVX 102 disarmed Ti 質體，並送入*A. tumefaciens* 中和栽培種 Bintje、Desiree、Escorr的薯球切片做共同培養。Sijmons *et al.*, (1989)將五棵產生 coatprotein 高於葉片可溶性蛋白0.1％的轉殖植株接種ＰＶＸ病毒。這些轉殖植物病徵出現的時間比平常延後且病毒累積量明顯降低。Sijmons (1990) 發現ＣＰ基因表現與病毒累積程度呈負相關。在選取62棵轉殖馬鈴薯做細胞檢定，發現97％爲正常的四倍體，且形態正常。而形態不正常的一棵經細胞檢定發現爲八倍體。

除了在實驗室的轉移試驗某些轉殖馬鈴薯已移到室外行田間試驗。De Greef *et al.*, (1989)將產生phosphinothricin acetyl transferase（ＰＡＴ）的*bar*基因，利用*A. tumefaciens*轉移到Bintje、Berolina、Desiree 等栽培種的葉圓片。再生植株經溫室試驗發現這些轉殖植株都能抵抗glufosinate 和 bialaphos 殺草劑的施用。移到田間試驗時轉殖植株同樣顯示出耐藥性。經過檢查發現雖然這些植物表現ＰＡＴ的程度有10倍的差異，但都能忍受 glufos inate 的一般田間施用劑量。Lawson *et al.*, (1989)則將 Potato Virus X（ＰＶＸ）及Potato Virus Y（ＰＶＹ）之coat protein基因利用*A. tumefaciens*送入栽培種 Russet Burbank 之中。Kaniewske *et al.*, (1989)則將此轉殖植物移至田間試驗發現ＰＶＸ及ＰＶＹ ＣＰ gene 非常高的clone303 能抵抗高量病毒感染。而且在ＰＶＸ及ＰＶＹ接種之後 clone 303 薯球產量沒有減少而對照組的產量則減低。在未接種病毒時這些轉殖馬鈴薯的產量和未接種的對照組相當。這顯示經轉殖抗ＰＶＸ及ＰＶＹ的馬鈴薯在田間能有效抵禦ＰＶＸ及ＰＶＹ的複合感染而不至於有產量減少的情形。

在衆多以*Agrobacterium*轉移基因至馬鈴薯的報導之外，只有 Masson *et al.*, (1989)使用電穿孔直接將抗kanamycin的pABD1 質體、抗hygromycin的pCe 140質體及抗 chlorsrlf uron的pEGH1質體以250v/cm，16μF的電擊條件轉移至5種二倍體馬鈴薯。這五種馬鈴薯分別爲clone 45，90，71，217及275。經培養後colone 45 得到一個抗kanamycin的轉殖植株（45ＫＲ）。Clone 90則得到一抗 kanamycin（90ＫＲ）及一抗(hygromycin)植株(90ＲＨ)。Clone 71得到一

抗 chlorsulfuron 的轉形植株(71CHR)，clone 217 則得到一抗kanamycin的轉形植株（217ＫＲ）。Masson *et al.*, (1989) 抽取90ＫＲ及90ＨＲ植株ＤＮＡ，進行南方雜交發現轉移進入的ＤＮＡ有重組的現象，90ＫＲ有1～2 copies 的質體而90ＨＲ有5 copies的質體嵌入植物染色體組之中。Masson *et al.*, (1989) 並將這些轉殖馬鈴薯的原生質體融合（90ＨＲ＋90ＫＲ）後，可藉由抗藥性及抗殺草劑的篩選而得到四倍體的細胞融合體。Jones *et al.*,(1989)也使用電穿孔轉移法將CaMV35S-GUS、paptine-ＧＵＳ等基因導入野生種*Solanum brevides*葉肉細胞原生質體及栽培種Desiree葉肉細胞、懸浮培養細胞及薯球的原生質體，並分析這些基因的transient expression。調查CaMV35S-ＣＡＴ導入原生質體的表現時顯示依電穿孔時使用的field strength及pulse time的不同而表現不同的ＣＡＴ活性。當在85ms pulse time 情況下，*S. brevides*葉肉細胞原生質體在250v/cm，Desiree葉肉細胞原生質體在225v/cm，懸浮培養細胞原生質體在225v/cm，薯球原生質體在150v/cm可得最好的ＣＡＴ基因表現。以 Desiree 葉肉細胞原生質體所做的試驗顯示ＣＡＴ基因的表現在電穿孔後36～38小時表現最高，而使用 paptine-ＧＵＳ為轉移基因時顯示當ＤＮＡ濃度在1～10 pmole/ml時paptine promoter產生的ＧＵＳ活性和CaMV-35S promoter的ＧＵＳ活性類似。當ＤＮＡ濃度提高至20～30 pmole/ml時 paptine promoter的ＧＵＳ活性則比CaMV-35S promoter高出4～5倍。

十字花科蔬菜基因轉移研究現況

十字花科蔬菜大部份可被*Agrobacterium tumefaciens*及*A. rhizogenes*感染 (Cleene and Leu, 1981；Tanaka *et al.*, 1985) *A. tumefaciens*轉移ＮＰＴII基因到*B. napus*之組織培植體，且組經生培養成植株已有報導(Crossway *et al.*, 1986)。利用*A. rhizogenes*轉移ＮＰＴII基因到*B. napus*且偵測到有 opine 之產生；誘導產生之根亦能再生成有活力之植株。根據 Slightom *et al.*,(1985)之報告，*A. tumefaciens*及 *A. rhizogenes*具有相似之轉移機制，其不同之處在於 *A. rhizogenes*產生之根較易再生成植物，而A. tumefaciens 產生之腫瘤不易再生。*A. rhizogenes*產生根之生理並不清楚，誘導產生之根容易發生變異。經*A. rhizogenes*轉型之 rapeseed 之根生長快速、多分支、且有橫向性(Tepfer，1983；1984)。由分其後代表現轉移基因之特性顯示，其遺傳行為是符合孟德爾遺傳法則。

除了以間接轉移之方法外，利用直接基因轉移方法所得之轉形*B. campestris*具有抗kanamycin之能力(Potrykus *et al.*, 1985)。根據 Golz *et al.*,(1990)報導，從*B. nigra*抗 hygromycin之 callus line分離其ＤＮＡ，以ＰＥＧ之方法成功的轉移到*B. napus*原生質體，其相對轉移率為0.1～0.4％。Chapel＆Kristina(1990)將*B. napus*之葉肉原生質體，經由電孔去及配合細胞壁抑制劑2,6-dichloro-benzonitrile(2,6-ＤＢ)及5％ＰＥＧ，將嵌合之ＧＵＳ基因送入原生質體中。2,6-ＤＢ是一化合物作為殺草劑之用，其可能是抑制細胞壁之合成。利用此抑制劑及電孔法能加强ＧＵＳ基因轉移到rapeseed之葉肉原生質體 (Shillito *et al.*, 1985；Fromm *et al.*, 1985)。

近年來亦有利用*A. tumefaciens*及電孔法轉移ＣＡＴ基因到幾種蕓苔屬之成功例子 (Charest

et al., 1988；Pua *et al.*, 1987)。利用ＣＡＴ作爲報導基因在某些蕓苔屬 *B. campestris*，*B. napus* 及*B. oleracea* 內有很高內生ＣＡＴ活性(Balazs and Bonneville，1987)。然而發現有抑制ＣＡＴ活性出現之因子存在於轉形之*B. napus*及 *B. juncea*。因此在轉形之 *B. napus*則不易測出ＣＡＴ之活性。

大多數蕓苔屬可以被cauliflower mosaic virus（CaMV）所感染，它是一種ＤＮＡ virus，可作爲基因載體(Hohn *et al.*, 1985)。CaMV基因組有二個區域並非感染所必需其爲ＯＲＦ II及VII，所以此部分可以去除或加以改造，插入一小部分外來的ＤＮＡ(Gronenb orn *et al.*, 1981)。根據Brisson *et al.*, (1984) 報導將CaMV ORFII區域以Ｒ67載體接上 dihydrofolate reductase（ＤＨＦＲ）基因取代，此基因在 *E. coli*證實有抗methotrexate。利用此嵌合的病毒ＤＮＡ轉移ＤＨＦＲ基因，此病毒可以穩定在turnip 中複製，而且*dhfr*基因亦能在turnip 中表現，產生一具有功能酵素。同樣地以 *A. tumefaciens*轉移 *dhfr*基因到*B. napus*，亦得抗methotrexate之轉形植株。另外亦有從Tn5 得到 aminoglycoside (neomycin) phosphotrans-ferase typeII（APH (3')）II）取代ORF VI 基因，可作爲許多轉形植物篩選的標示基因。經由此修改過病毒基因感染 *B. campestris*原生質體，結果證實此嵌合之ＤＮＡ可進入植物之基因組中。

Misra and Gedamu(1990)構築動物之ＭＴ II基因(鎘結合蛋白質基因)到CaMN35S 之啓動子，經由*A. tumefaciens*方法轉移到*B. napus*及 *N. tabacum*細胞中。所獲得之轉殖植株可生長在含有0.1mM $CdCl_2$ 之培養基中，而對照組卻有嚴重根及莖生長抑制現象。且轉形植株之後代亦有耐重金屬之特性出現，其遺傳行爲符合孟德爾之遺傳率。

參考文獻

Bevan, M. W., R. B. Flavell and M. D. Chilton. 1983. A chimeric antibiotic resistance gene as a selectable marker for plant cell transformation. Nature 304:184-187.

Binns, A. N. 1990. Agrobacterium-mediated gene delivery and the boiology of host range limitation Physiologia Plantarun 79:135-139.

Brisson, N., J. Paszkowski, J. R. Penswick, B. Gronenborn, I. Potrykus and T. Hohn. 1984. Expression of a bacterial gene in plants by using a viral vector. Nature 310:511-514.

Chapel, M. and K. Glimelius. 1990. Temporary inhibition of cell wall synthesis improves the transient expression of the GUS gene in *Brassica napus* mesophyll protoplasts. Plant Cell Rep. 9: 105-108.

Charest, P. J., L. A. Holbrook, J. Gabard, V. N. Iyer and B. L. Miki. 1988. Agrobacterium mediated transformation of thin cell later explants from *Brassoca napus* L. Theor. Appl. Genet. 75(3):438-445.

Cleene, M. De. and J. De. Leu. 1981. The host range of infectious hairy-root *Agrobacterium rhizogenes.* Bot. Rev. 47:147-194.

Crossway, A., J. V. Oakes, J. M. Irvine, B. Ward, V. C. Knauf and C. K. Shewmaker. 1986. Integration of foreign DNA folling microinjection of tobacco mesophyll protoplasts. Mol. Gen. Genet. 202:179-185.

Datta, S. K., A. Peterhans, K. Datta and I. Potrykus. 1990. Genetically engineered fertile indica -rice recovered from protoplasts. Bio/Technology. 8:7 36-740.

Davey, M. R., E. C. Cocking, J. Freeman, N. Pearce and I. Tudor. 1980. Transformation of *Petunia* protoplasts by isolated *Agrobacterium* plasmid. Plant Science. 18:307-313.

Davey, M. R., E. L. Rech and B. J. Mulligan. 1989. Direct DNA transfer to plant cells. Plant Mol Biol. 13:273-285.

De Block, M. 1988. Genotype-independent leaf disc transformation of potato (*Solanum tuberosum*) using *Agrobacterium tumefaciens.* Theor. Appl. Genet. 76 :767-774.

De Greef, W., Rene Delon, De Block M, J. Leemans and J. Botterman. 1989. Evaluation of herbicide resistance in transgenic crops under field conditions. Bio/Technology. 7:61-67.

De la Pena, A., H. Loerz and J. Schell. 1987. Transgenic rye plants obtained by injecting DNA into young floral tillers. Nature. 325:274-276.

Draper J., R. Scott, A. Kumar and G. Dury. 1988. Plant gene transforation and gene expression. A Laboratory munual. J. Draper, R. Scott. and P. Armit age(eds). Blackwell Science Public. Oxford pp: 163-198.

Fitch, M. M. M., R, M. Mabshardt, D. Gonsalves, J. L. Slightom and J. C. Sanford. 1990. Stable transformation of papaya via microprojectile bombardment. Plant Cell Rep. 9:189-194.

Fromm, M., L. P. Taylor and V. Walbot. 1985. Expression of genes transferred into monocot and dicot plant cells by electroporation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 82:5824-5828.

Golz, C., F. Kohler and O. Schieder. 1990. Transfer of hygromycin resistance into *Brassica napus* using total DNA of a transgenic *B. nigra* line. Plant Mol. Biol. 15:475-483.

Gordon-Kamm, W. J., T. M. Spencer, M. L. Mangano and T. R. Adams. 1990. Transformation of maize cell and regeneration of fertile transgenic plants. The Plant Cell. 2:603-618.

Gronenborn, B., R. C. Gardner, S. Schaefer and R. J. Schepherd. 1981. Propagation of foreign DNA in plants using cauliflower mosaic virus as vector. Nature 294:773-776.

Guerche, P., M. Charbonnier, L. Jouanin, C. Tourneur, J. Paszkowski and G. Pelletier. 1987. Direct gene transfer by electroporation in *Brassica napus*. Plant Science. 52:11-116.

Haenisch ten Cate Ch H., E. Ennik, S. Roest, K. S. Ramulu, P. Dijkhuis and De Groot B. 1988. Regeneration and characterization of plants from potato root lines transformed by *Agrobacterium rhizogenes*. Theor. Appl. Genet. 75:452-459.

Hoekema, A., M J. Huisman, L. Molenijk, Elzen PJM van den and B. J. C. Cornelissen. 1989. The genetic engineering of two commerial potato cultivars for resistance to potato virus X. Bio/Technology. 7:273-278.

Hohn, T., B. Hohn and P. Pfeiffer. 1985. Reverse transcription in CaMV. Trends. Biochem. Sci. 10:205-209.

Ishida, B. K., G. W. Snyder, Jr, and W. R. Belknap. 1989. The use of in vitro-grown microtuber discs in Agrobacterium-mediated transformation of russet burbank and lemhi russet potatoes. Plant Cell Rep. 8:325-328.

Jones, H., G. Ooms and M. G. K. Jones. 1989. Transient gene expression in electroporated *Solanum* protoplasts. Plant Mol. Biol. 13:503-511.

Kaniewske, W., C. Lawson, B. Sammons, L. Haley, J. Hart, X. Delannay and N. E. Tumer. 1990 Field resistance of transgenic russet burbank potato to effects of infection by potato virus X and potato virus Y. Bio/Technology. 8: 750-754.

Kartha, K. K., R. N. Chibbar, F. Georges, N. Leung, K. Caswell, E. Kendall and J. Qureshi. 1989. Transient expression of chloramphenicol acetyltransferase (CAT) gene in barley cell culturases and immature embryos through microprojectile bombardment. Plant Cell Rep. 8:429-432.

Klein, T. M., L. Kornstein, J. C. Sanford and M. E. Fromm. 1989. Genetic transformation of maize cells by particle bombarment. Plant Physiol. 91:440-444.

Klein, T. M., E. D. Wolf, R. Wu and J. C. Sanford. 1987. High-velocity microprojectiles for devrliving nucleic acids into living cells. Nature 327:70 -73.

Klein, T. M., E. C. Harper, Z. Svab, J. C. Sanford and M. E. Fromm. 1988. Stable genetic

tansforation of intact Nicotina cells by particle bombardment process. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8502-8505.

Krens, F. A., L. Molendijk, G. J. Wullems and R. A. Schilperoort. 1982 In vitro transformation of plant protoplasts with Ti-plasmid DNA. Nature 296: 72-74.

Lawrence, W. A., D. R. Davies. 1985. A method for the microinjection and culture of protoplasts at very low densities. Plant Cell Rep. 4:33-35.

Lawson, C., W. Kaniewski, L. Haley, R. Rozman, C. Newell, P. Sanders and N. E. Tumer. 1990 Engineering resistance to mixed virus infection in a commerical potato cultivar : resistance to potato virus X and potato virus Y in transgenic russet burbank. Bio/Technology 8:127-134.

Lindesy, K. and M. G. K. Jones. 1990. The cell biology of genetic engineering. In: Plant biology in agriculture. K. Lindsey, M. G. K. Jones (eds). Prentice hall. Engllewood Cliffs. New Jersey. pp: 94-127.

Luo, Z. X. and R. Wu. 1989. A simple method for the transformation of rice via the pollen-tube pathway. Plant Mol. Biol. Report 7:69-77.

Masson, J., D. Lancelin, C. Bellini, M. Lecerf, P. Guerche and G. Pelletier. 1989. Selection of somatic hybrids between dipoloid clones of potato *(Solanum tuberosum* L.*)* transformation by direct gene transfer. Theor. Appl. Genet. 78 :153-159.

McCabe, D. E., W. F. Swain, B. J. Martinell and P. Christou. 1988. Stable transformation of Soybean (Glycine max) by particle acceleration. Bio Technolog y 6:923-926.

Misra, S. and L. Gedamu. 1990. Heavy metal resistance in transgenic plants expressing a human metallothionein gene. In: C. J. Lamb and R. N. Beachy (eds.), Plant Gene Transfer. New York. pp. 257-265.

Negrutium, I., R. Shillito, I. Potrykus, G. Biasini and F. Sala. 1987. Hybrid genes in the analysis of transformation conditions 1. Setting up a simple method for dierct gene transfer in plant protoplasts. Plant Mol. Biol. 8:363-373.

Neuhaus, G., E. Kranz, G. Spangenberg and H. G. Schweiger. 1987. Transformation of *Nicotiana tobacum* and *Brassica napus* by microindection into protoplasts. Eu r. J. Cell Biol. 43:39.

Neuhaus, G., G. Spangerberg, M. O. Scheid and H. G. Schweiger. 1987. Trangic rape seed plants obtained by the microinjection of DNA into microspore- derived embryoids. Theor. Appl. Genet. 75:30-36.

Neuhaus, G. and G. Spangenberg. 1990. Plant transformation by microinjection techniques. Physiologia Plantarum 79:213-217.

Ooms, G., A. Karp, M. M. Burrell, D. Twell and J. Roberts. 1985. Genetic modification of potato development using Ri-T-DNA. Theor. Appl. Genet. 70:440-446.

Ooms, G., M. M. Burrell, A. karp, M. Bevan and J. Hille. 1987. Genetic transformation in two potato cultivars with T-DNA from disarmed *Agrobacterium.* Theor. Appl. Genet. 73:744-750.

Pazkowsk, J., R. D. Shillito, M. Saul, V. Mandak, T. Hohn, B. Hohn and I. Potrykus. 1984. Direct gene transfer to plants. EMBOJ. 3:2717-2772.

Potrykus, I., J. P. Paszkowski, M. W. Saul, J. Petruska and R. D. Shillito. 1985. Molecular and general genetics of hybride foreign genes introduced into tobacco by direct gene transfer. Mol. Gen. Genet. 199:169-177.

Potrykus, I., R. S. Shillito, M. W. Saul and J. Paszkowski. 1985. Direct gene transfer. State of the art and furture potential. Mol. Biol. Rep. 3:117-128 .

Potrykus, I. 1990. Gene transfer to plants : assessment and perspectives. Physiol. Plant 79:125-134.

Pua, E. C., A. Mehra-Palta, F. Nagg and N. H. Chua. 1987. Transgenic plants of *Brassica napus* L. Bio/Technology. 5:815-817.

Reich, T. J., V. N. Iyer and B. L. Miki. 1986. Efficient transformation of alfafa protoplasts by the intranuclear microinjection of Ti plasmids. Bio/Tcchnology 4:1001-1004.

Rhodes, C., I. Pierce, D. Mettler, D. Masarennas and J. Detmer. 1988. Genetically transformed maize plants from protoplasts. Science. 240:204.

Sheerman, S. and M. W. Bevan. 1988. A rapid transformation method for *Solanum tuberosum* using binary *Agrobacterium tumefaciens* vectors. Plant Cell Rep. 7:13-16.

Shillito, R. D., M. W. Saul, J. Paskowski, M. Mueller and I. PotryKus. 1985. High efficiency direct gene transfer to plants. Bio/Trechology 3:1099-1103.

Sijmons, P. C., B. M. M. Dekker, B. Schrammeijer, T. C. Vervoerd, Elzen PJM van den and A. Hoekema. 1990. Production of correctly processed human serum albumin in transgenic plants. Bio /Tcchnology 8:217-222.

Slightom, J. L., L. Jouanin, F. Leach, R. Drong and D. Tepfer. 1985. Isolation and identification

of T-DNA plant junction in *Convolvulus arvensis transferred* by *Agrobacterium rhizogenes* strains A4. EMBO J. 4:3069-3077.

Stiekema, W. J., F. Heidekamp, J. D. Louwerse, H. A. Verhoeven and P. Dijkhuis. 1988. Introduction of foreigen genes into potato cultivars bintje and desiree using an *Agrobacterium tumefaciens* binary vector. Plant Cell Rep. 7:47-50.

Tagu, D., C. Bergounioux, C. Perennes and P. Gadal. 1990. Inheritance of two foreign genes co-introduced into Petunia hybrida by direct gene transfer. Plant Cell Tissue Organ Culture 21: 259-266.

Tanaka, N., M. Hayakawa, Y. Mano, H. Ohkawa and C. Matsui. 1985. Infection of turnip and radish storage roots with *Agrobacterium rhizogenes.* Plant Cell RE p.4: 47-77.

Tavazza, R., M. Tavazza, R. J. Ordas, G. Ancora and E. Benvenuto. 1988. Genetic transformation of potato *(Solanum tuberosum)* : an efficient method to ob taintransgenic plants. Plant Science 59 :175-181.

Tepfer, D. 1984. Transformation of several species of higher plants by *Agrobacterium rhizogenes* : sexual transmission of the transformed gentype and phenotype. Cell 37:959-967.

Tepfer, D. 1983. The potential uses of *Agrobacterium rhizogenes* in the genetic engineering of higher plants. Nature got there first. In: P. F. Lurquin and A. Kleinhofs (eds). Genetic engineering in *Eukaryotes.* Plenum Press, New York, London pp. 153-164.

Toyoda, H., Y. M. Atsuda, R. Utsumi and S. Ouchi. 1988. Intranuclear microinjection of tomato callus cells. Plant Cells Rep. 7:293-296.

Twell, D., T. M. Klein, M. E. Fromm and S. McCormick. 1988. Transient expression of chimeric genes deliveres into pollen by microprojectile bombardment. Plant Physiol. 91:1270-1274.

Visser, R. G. F., A. Hesseling-Meinders, E. Jacobsen, H. Nijdam and B. Witholt. 1989. Expression and inheritance of inserted markers in binary vector carrying *Agrobacterium rhizogenes*-transformed potato *(Solanum tuberosum* L.). Theor. Appl. Genet. 78:705-714.

Wang, Y-C., T. M. Klein, M. Fromm, J. Cao, J. C. Sanford and R. Wu. 1988. Transient expression of foreign genes in rice, wheat and soybean cells following particle bombardment. Plant Mol. Biol 11:433-439.

Wenzier, H., G. Migenry, G. May and W. Park. 1989. A rapid and efficient transformation method for production of large numbers of transgenic potato plants Plant Science. 63:79-85.

Wilson, S. M., T. A. Thorpe and M. M. Moloney. 1989. PEG-mediated expression of GUS and CAT genes in protoplasts from embryogenetic suspension cultures of *Picea glauca*. Plant Cell Rep. 7: 704-707.

Zhang, H. M., H. Yang, E. L. Rech, T. J. Golds, A. S. David, B. J. Mulligan, E. C. Cocking and M. R. Davey, 1988. Transgenic rice plants produced by electroporation-mediated plasmid uptake into protoplasts. Plant Cell Rep. 7:379-384.

Zimmermann, V. 1986. Electrical breakdown, electropermeabilization and electrofusion. Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol. 105:175-255.

分子標誌因子在蔬菜品種改良上之利用

陳榮芳　　　　羅筱鳳

中央研究院植物研究所　　中國文化大學園藝系

關鍵字：同功異構酶、限制內切酶酶譜多形性、聚合酶連鎖反應、逢機擴增多形性DNA、連鎖圖、數量性狀。

摘　　要

生物技術中應用於作物改良者，分子標誌因子（molecular markers）是較爲實際與典型的例子之一。在蔬菜作物中，番茄分子標誌因子之研究堪稱典範。在可資利用之分子標誌因子來源中，隨著分子生物技術之進步，已由早期利用蛋白質、酵素膠體電泳法，配合酵素活性染色的同功異構酶（isozyme）分析，進而利用DNA限制內切酶酶譜多形性（Restriction fragment length polymorphisms；RFLPs），至新近應用聚合酶連鎖反應（Polymerase chain reaction；PCR）所產生的聚合酶逢機擴增多形性DNA（Random amplified polymorphic DNA；RAPD）爲標誌因子。這三種方法中，同功異構酶之發展最早，在蔬菜作物之報告亦不勝枚舉，其法之優點爲分析方法簡單，而缺點則爲可當分子標誌因子之因子座有限；而RFLP分析法係利用DNA限制內切酶辨識特殊鹽基系列之特性，若不同個體之DNA序列不同時，限制酶切割後所產生片段之大小、數目亦因此而有不同，經與該段序列有某種程度相似性之探針複合（hybridization）檢定，所產生不同之圖譜做爲標誌因子，此方法之優點爲所產生之因子數遍佈整個基因組，缺點爲分析所用之方法較耗人力與時間；目前蔬菜作物除番茄已建立良好之RFLP分子標誌圖譜外，馬鈴薯、萵苣、甜菜、豌豆及一些十字花科蕓苔屬類蔬菜亦已有了報告。而有關利用聚合酶連鎖反應，其逢機擴增DNA片段大小不同爲標誌因子之方法，其優點爲簡單、快速，缺點爲大部分RAPD分子標誌因子爲顯性，無由分辨異型合子，且有關RAPD在作物上利用之報告目前十分有限，在發展上是否有其他受限之處有待進一步之探討。此外分子標誌因子之利用亦已由早期用以篩選一些主效因子，如抗病、抗蟲、雄不稔性等因子之選拔，進一步用來標定數量性狀之選拔。

前　　言

分子標誌因子是近代生物技術發展下之產物。在傳統的作物育種改良及選種上，最費力、最耗時的工作莫過於眾多雜交後裔其外表型與因子型之篩選了[19]，而一般遺傳標誌因子即利用其與重要農藝性狀間之連鎖關係，提供作爲間接選拔之工具。陳(1987，1988)[1,2]之報

告中即曾闡明理想標誌因子所須具備之特性及一般形態生理標誌因子之缺點，而分子標誌因子之所以被看好，乃因其具備理想標誌因子之一些特性，而少有一般生理、形態標誌因子之缺點。分子標誌因子在作物改良上應用之優點爲 1.其因子型之分析幾乎可在任何生育期，利用全株或部份組織來測定，較不受生育或生理時期及材料之限制，可節省時間與空間，增進育種效率，2.可供分析之因子座較多，有益於連鎖群各區段標誌因子之鑑定，3.其因子座一般對植物體無致命性，4.因子大多具有共同顯性之遺傳行爲，方便F_1及F_2子代同型合子與異型合子之分辨，5.因子間少有上位性(epistasis)或多效性(pleiotropy)之情形。而目前較普遍被利用來分析分子標誌因子之方法包括 1.蛋白質、同功異構酶電泳法(protein and isozyme electrophoresis)[1,35,36]，2.DNA限制內切酶酶譜多形性分析法(Restriction fragment length polymorphisms；RFLPs)[1,7,15,33,36,41]及 3.隨意引子聚合酶連鎖反應(Arbitrary primer－polymerase chain reaction)所產生之逢機擴增DNA片段多形性(Random amplified polymorphic DNA；RAPD)[44-46]等三種。這三種方法中，以蛋白質、同功異構酶電泳法之發展最早[37]，其在蔬菜作物之改良應用上亦早有報告[10,11,17,37]，目前國內試驗、研究單位，如省農試所園藝系[3]、台大、中興、文化大學等亦已有了此方面之研究；而在限制內切酶酶譜多形性(RFLP)之研究上，蔬菜作物則以番茄[7,16,18,30,38,42,43,49]、萵苣[21,22]及一些蕓苔屬[14,34]等之研究較爲普遍，惟國內這方面之報告極少；而隨意引子聚合酶連鎖反應逢機擴增DNA片段多形性(RAPD)之方法則屬這一、二年內新興之方法，本報告即針對這三種方法在分析上之優缺點作比較，並對此類分子標誌因子在作物改良上之應用、RFLP目前在蔬菜作物之相關研究及AP－PCR之RAPD法其發展上之潛力等作綜合介紹。

蛋白質、同功異構酶標誌因子

所謂蛋白質、同功異構酶標誌因子，係利用不同相對因子所控制合成之酶或蛋白質，若具有不同之分子結構、大小與電荷，則在電場上其移動速率即有不同，利用此種酶、蛋白質之特性在膠體模板上電泳分離後，藉酵素活性染色法來區分其多形性(polymorphism)所產生之標誌因子[1]。此類型標誌因子之優點爲：1.分析方法簡單、易行，2.可同時分析之樣品數與因子數較多，3.所需之組織量較少，4.儀器設備較不昂貴，5.因子型一般具有共同顯性之遺傳行爲；其缺點爲：1.具多形性之因子座較爲有限，2.有些酶之分析不甚穩定、或易受環境因子之影響。此外，同功異構酶標誌因子之分析，在先天上有其受限之處，如：並非每一種蛋白質均可利用此法分析、後轉譯之修蝕亦可造成酶型之不同，DNA上之鹽基序列之改變並不一定均造成蛋白質組成胺基酸或靜電荷之改變[2]，Bailey氏[5](1983)亦曾提及抽取液、電極緩衝液之組成、pH值、酵素活性染色之條件、取樣植株之生理期等均足以影響酶譜之分析，因此，在利用上不可不慎。惟其分析之方法、條件一經建立，在分析方法與步驟上與RFLP及AP－PCR法比較下，堪稱最爲簡單易行，圖一即爲一般同功異構梅分析之流程。

蛋白質或同功異構酶分析步驟流程圖

蛋白質或酵素之抽取

↓

膠體電泳3-9小時

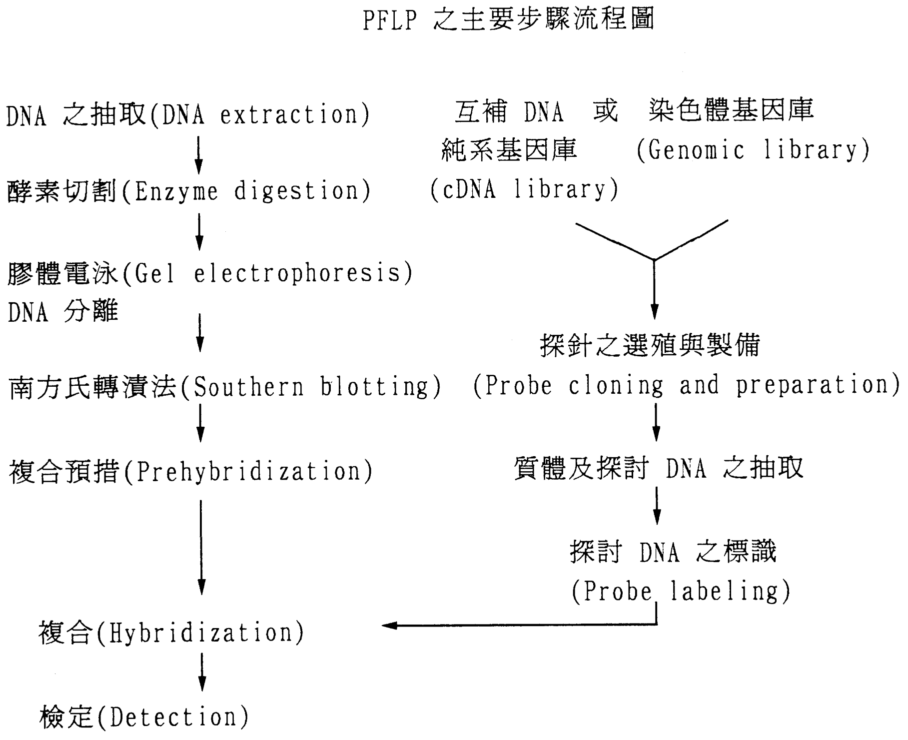
↓

蛋白質或酵素活性染色(1-3小時或過夜)

圖一　蛋白質或同功異構酶分析步聚流程圖

限制內切酶酶譜多形性（RFLPs）

所謂限制內切酶酶譜多形性，係利用限制內切酶（restriction endonuclease）能辨識特殊DNA含氮鹽基序列及切割點之特性，如將兩DNA序列不同之個體，抽取DNA並經限制內切酶切割後，產生片段大小及移動速率不同之分子，利用膠體電泳法將其分離後，轉漬到纖維膜上，以與該欲分析片段有某種程度相似性之DNA片段當探針（probe），利用放射性或非放射性方法標定探針後，複合至纖維膜上，即可檢定出其差異性[1,7]。圖二即為一般進行RFLP分析之主要方法和步驟之流程，包括DNA之抽取與純化、酵素之切割、DNA之電泳分離、膠體之轉漬（gel blotting）、複合預措（prehybridization）與複合（hybridization）等。而一般探討DNA之來源有二，一為由互補DNA殖系基因庫（cDNA library）篩選而來，或由染色體組基因庫（genomic library）篩選套數（copy number）較少之DNA片段選殖為殖系而成。由圖二不難看出欲作RFLP之分析至少有十多個主要步驟，且每一主要步驟下又有細部之分析方法及反應條件。可見在RFLP之分析上，其方法與步驟一般較為深奧，須有熟悉技術之人員，在分析上才易達到良好的效果。然此類標誌因子之優點為：1.可直接分析DNA層次上之變異，因子座較為有意義，2.可供辨識之因子座較多，可滿足各連鎖群、各區段均有標誌因子之需求，3.所用之材料較不受環境因子之影響，4.大部份因子座具共同顯性，對因子型之辨識極為方便[15,36]。



圖二 限制內切酶酶譜多形性分析(RFLP)之主要步驟流程圖

隨意引子聚合酶連鎖反應(AP-PCR)所產生之逢機擴增多形性DNA(RAPD)

聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction；PCR)係利用雙股DNA短時間曝露在高溫(90～95℃左右)時，其雙股會分開，產生變性(denature)之情形，當溫度下降至40℃～60℃時，逐漸又煉合 (annealing) 在一起，因此，利用緩衝液中含有適當之引子 (primer)、DNA聚合酶(polymerase)、模板DNA(Template DNA)及合成DNA所須之各式核酸，則在煉合時，引子會與和自己有某種程度相似之模板DNA片段煉合，再經聚合酶之作用延伸 (extension) 新股 DNA [13]。吾人利用重覆DNA變性、煉合及延伸三步驟，即可使目標DNA之片段序列，一次增二倍，如進行30週期的話，則可擴增2^{30}倍(約10^9倍)，以往利用此種方法來檢定擴增DNA片段之多形性，一般須對所欲分析DNA片段之首尾序列有所了解以設計適當之引子。惟近來，一連有2～3篇報告提出利用隨意引子(arbitrary primer) 分析逢機擴增片段所產生多形性之情形[44-46]，使利用聚合酶連鎖反應鑑定擴增片段多形性之分析，在沒有欲分析片段之序列資料時亦可進行，大大增加了其應用潛力。圖三即一般PCR反應步驟之流程圖，AP-PCR因所用之引子爲逢機任意設計而成，因此在前二週期煉合之溫度較不嚴格，以利初期DNA片段之擴增。利用PCR分析擴增DNA片段之多形性，一般所需之方法與步驟爲： 1.逢機任意引子之合成

，2.模板DNA之抽取，3.聚合酶連鎖反應及 4.膠體電泳分離並利用ethidium bromide之螢光染色在UV燈下鑑別。而有關PCR溫度週期之調控，目前也已有了自動化之儀器，在價格上並不十分昂貴，且一般一次分析所需DNA量遠小於RFLP所須之量，但其缺點爲因子之作用大多爲顯性，在利用上所須之標誌因子較多，此外，這種方法目前之有關報告較少，是否有其他缺失有待進一步之評估。

聚合酶連鎖反應(PCR)之步驟流程圖

緩衝液(50mM KCl, 10mM Tris-HCl pH8.3，1.5mM $MgCl_2$, 0.01% gelatine)
dNTP each 200uM (pH 7.0)
合成引子 (primer) 5-100pmole
鑄模 DNA(template DNA) 7.5ug-30ug ← 鑄模 DNA(template DNA)之抽取
聚合酶 <u>Taq</u> polymerase 2.5u/100ul
礦物油 100ul

↓

PCR cycles

DNA denaturation → Primer annealing → Primer extension → DNA denaturation

DNA denaturation	Primer annealing	Primer extension	Cycles
94℃ (5') →	40℃ (5') →	72℃ (5')	2次
94℃ (1') →	60℃ (1') →	72℃ (2')	30-40次

↓

去礦物油後酒精沈澱，
擴增(amplified)之DNA

↓

膠體電泳分離
ethidium bromide 染色，在 UV 燈下觀察

圖三 聚合酶連鎖反應(PCR)之步驟流程圖

分子標誌因子在育種改良上之應用

分子標誌因子在蔬菜作物改良上之應用，有賴這些標誌因子與重要園藝性狀間之連鎖關係。因此，目前這些標誌因子大多被利用來從事：

一、基因連鎖圖譜之構築[8,9,16,22]：傳統上由於生理、形態標誌因子基因座太少，無足以遍佈整個基因組，今則由於分子標誌因子之助，將有利於完整連鎖基因圖之建立，對日後系統化選種與育種效率之提高大有幫助。

二、遺傳變異之檢定：包括種子純度之檢定、品種之鑑別[33]、突變體之篩選、雜交子代之鑑定以及近緣作物演化關係之探討等[14,26,34,38]。

三、釐定基因位置：分子標誌因子與性狀控制因子間之距離與選種有著密切之關係，一些主效基因如抗病[22]、抗蟲[6,28]、抗病毒[50]、抗眞菌[10,32]、抗殺蟲劑、殺草劑及其他重要農藝性狀如自交不親和、雄不稔性[40]等，若確知其與標誌因子緊密連結的話，將十分有利於標誌因子之選拔。

四、標定數量性狀之基因群[19,20,29,31,39]：以往認爲數量性狀祇能經由試驗設計，利用統計之方法分析估算，然由於RFLP標誌因子之因子數可以遍佈整個基因組，因此利用區間釐定法(interval mapping)即可把數量性狀有關之基因塊標定出來。利用此法標定一些重要數量性狀如品質[29]、產量、雜種優勢以及逆境下之耐性如耐旱、耐寒、耐熱等，將有利於育種改良上之應用。

五、建立近同源系[48]：利用傳統回交法所建立之近同源系其同源程度或回交所須之代數，常因材料之不同而有所差別，而利用遍佈各連鎖群、區間之分子標誌因子，將可建立相似性較高的近同源系，而對於利用近同源系從事基因作用模式之探討，將可大大提高其準確性，且可縮短回交所須之代數。

RFLP在蔬菜作物上之研究現況

目前有關RFLP在蔬菜作物之研究上，仍偏重於種間關係及RFLP標誌因子與性狀基因間關係之探討，已見報告之蔬菜作物包括番茄、蕓苔屬之花椰菜、甘藍和結球白菜、甜菜、胡瓜、萵苣、豌豆及馬鈴薯等（表一），其中以番茄之報告最爲詳盡，相關之報導包括：種族關係與遺傳變異[25]、連鎖圖之構築[8,9,44]、不同探針及限制內切酶對多形性之影響[26]、性狀基因如抗病性[48,49,50]、成熟度[18]、可溶性固型物含量[29,39]、水分利用效率[24]、抗蟲性[28]、抗眞菌[32]及其他有關數量性狀與分子標誌因子間關係之研究等[30,42]；在蕓苔屬，RFLP標誌因子被利用來探討種間與種內多形性及基因組在演化上之關係[13,34]；馬鈴薯目前仍以連鎖圖之構築爲主[9]，最近亦有利用來探討其與抗線蟲因子座之關係[6]；在萵苣上，標誌因子與抗露菌病及其他形態性狀之連鎖關係[22]，及不同來源探針選擇之比較[21]，亦有了較深入之報導；其他如胡瓜[4]、甜菜[27]、豌豆[23]等之報導則較爲零散。

表一 蔬菜作物RFLP標誌因子之相關研究

作物	研究項目	參考文獻
蕓苔屬	種間及種內多形性之比較	Figdore et al., 1988
	分類及基因組演化之關係	Song et al., 1990
甜菜	因子型及種別之檢定	Nagamine et al., 1989
胡瓜	老化組織 DNA 變化之檢定	Abeles and Dann, 1990
萵苣	分子標誌因子與抗病性及形態性狀之連鎖關係	Landry et al., 1987b
	探針之選拔及比較	Landry et al., 1987a
豌豆	性狀基因之標定	Lee et al., 1988
馬鈴薯	遺傳連鎖圖之構築	Bonierbale et al., 1988
	抗線虫基因之標定	Barone et al., 1990

一、不同探針及限制內切酶對多形性之影響

如RFLP分析步驟之流程圖所示(圖二)，一般探針(probe)之來源可由互補基因庫(cDNA library)或逢機構築之染色體組基因庫(genomic library)篩選而得，而此二來源不同之探針其診斷多形性之效果是否有區別，Landry氏等(1987)[21]指出，在萵苣利用cDNA殖系可檢測出之多形性約2.5倍於由染色體基因組庫(gDNA library)之殖系，而Miller和Tanksley氏(1990b)[26]亦指出番茄由互補DNA殖系來之探針亦比由基因組庫來的探針產生之多形性高出25%，表二，即爲不同來源探針其產生多形性頻率之比較，Miller和Tanksley (1990b)並認爲一般由cDNA殖系來之探針其複合之片段，比gDNA殖系之探針複合者爲大，且一般複合片段大者所產生

表二 番茄RFLP標誌因子之相關研究

研究項目	參考文獻
種族關係與遺傳變異	Miller and Tanksley, 1990a.
	Helentjaris et al., 1985.
遺傳連鎖圖之構築	Helentjaris et al., 1986.
	Bernatzky and Tanksley, 1986.
不同探針及酵素對多形性之影響	Miller and Tanksley, 1990b.
性狀基因之標定及連鎖	
抗病性	Young et al., 1988.
成熟度	Kinzer et al., 1990.
可溶性固形物含量	Osborn et al., 1987.
	Tanksley and Hewitt, 1988.
水分利用效率	Martin et al., 1989.
抗蟲性	Nienhuis et al., 1987.
抗眞菌性	Sarfatti et al., 1989.
其他數量性狀與分子標誌因子間之關係	Paterson et al., 1988.
	Weller et al., 1988.

多形性之機會亦較大。而一般複合所產生之片段有所謂單套(single copy)及多套(multiple copies)者，通常多套產生多形性較單套多，惟在RFLP 分析上，一般標誌因子以利用單套或套數少者為多。

而在不同限制內切酶對多形性產生之影響上，則有辨識鹽基序列較長者其產生多形性之頻率較高之趨向，然亦有例外之情形。表三即不同限制內切酶在萵苣中產生多形性之情形，其中Pal I，Msp I及Tag I等可辨識4個鹽基序列，其餘如*Bam* H1，*Dra* I，*Eco* RI，*Eco* RV，*Hind* III等則為6鹽基序列辨識酶。此外，探針內插DNA片段之大小與多形性產生機會之大小似乎沒有太大的關連。這些報告對進行RFLP多形性之探討，探討來源與內切酶之選擇上可為參考之依據。

表三　不同來源及種類之探針對檢定 RFLPs 多形性之影響

Class of probes	Clone no.	No. pairwise comparisons	% polymorphism	X^2 independence
Genomic DNA				
Single/low copy	82	1,951	12.5	9.65***
Repetitive	41	1,075	8.7	
cDNA				
Single copy	103	1,684	24.8	13.65***
Multiple copy	53	1,275	30.9	
All gDNA	123	3,026	11.1	25.50***
All cDNA	156	2,959	27.4	
Total	279	5,985	19.2	

(摘自 Landry et al., 1987)

二、種間及種內RFLP多形性情形之比較。

利用RFLP標誌因子從事種間與種內多形性情形之比較，在蕓苔屬(*Brassica*)及茄屬(*Lycopersicon*)均有報導，Figdore氏等(1988)[14]篩選361個套數較少之逢機基因組源之殖系探針，其中包括143個由花椰菜(Early white Cauliflower)，118個從甘藍(Wisconsin Goden Acres Cabbage)及100個由結球白菜(WR 70 days chinese cabbage)之殖系，利用*Eco*RI, *Eco* RV，*Hind* III等三種酵素對蕓苔屬之37個種源搜集系(其中19個為*B. Campestris*，17個為*B. deracea*及1個*B. napus*)進行種內及種間多形性之比較，發現不同DNA基因庫來源之探針所產生多形性之頻率亦有不同，而平均而言，在蕓苔屬內，其種間發生多形性之機會約為95%(表四)，而種內亞種間則有79%，亞種內亦有約70%(表五)之變異性，此種品系內之變異充分說明了大部分蕓苔屬異交授粉之天性。Miller和Tanksley(1990a)[22]在茄屬之種間及種內變異性之研究中，指出自交親和與自交不親和之種間產生多形性之情形差異極大，而一般栽培種番茄之變異性

最少，且品種間亦有所差異，自交不親和之種其產生多形性之頻率遠超自交親和種好幾倍，且不親和種其單一搜集系(accession)內之變異，即勝過自交親和種不同搜集系間之變異。

表四 萵苣不同限制內切酶與不同來源探針驗試出多形性百分比之比較

Restriction endonuclease	Genomic DNA Single/low copy	Genomic DNA Repetitive	cDNA Single copy	cDNA Multiple copy	All classes	No. pairwise comparisons
Bam H1	13.5	6.0	22.3	34.4	19.5	728
Dra I	13.4	9.0	15.8	26.7	16.2*	730
Eco RI	16.7	9.2	27.9	37.7	23.1*	750
Eco RV	9.4	8.6	25.8	30.2	19.9	715
Hind III	13.7	14.3	27.6	33.1	21.7	770
Msp I	11.9	9.5	25.9	26.3	18.5	676
Pal I	7.7*	8.7	23.4	22.2*	14.6**	602
Taq I	7.2*	9.7	18.4	31.3	15.5*	491
Xha I	16.6	2.7	37.7	34.9	22.4	523
X^2 (heterogeneity)	16.3*	10.4	23.6**	11.4	28.1**	

(摘自 Landry et al., 1987)

表五 蕓苔屬之種間 DNA 經限制酶 *Eco*RI 切割並與不同探針複合後，多形性發生之頻率

比較別	具變異之比較數	總比較數	多形性之頻率(%)
種間之比較	6332	6671	94.9
B. campestris 對 *B. oleracea*	5493	5759	95.4
ssp. *chinensis* 對 ssp. *italica*	1162	1216	95.6
B. campestris 對 *B. napus*	346	368	94.0
ssp. *pekinensis* 對 ssp. *oleifera*	159	171	93.0
B. oleracea 對 *B. napus*	493	544	90.6
ssp. *italica* 對 ssp. *oleifera*	225	245	91.8

(摘自 Figdore et al., 1988)

三、分子標誌因子與數量性狀間關係之探討

利用分子標誌因子鑑定數量性狀之前提爲須有一完整之遺鎖連鎖圖，上遍佈標誌因子於各連鎖群之各區段。Tanksley 氏等(1988)[30]即利用由 *Lycopersicon esculentum* CV. VF36 × *L.*

pennellii accession LA716之46個F_2子代個體構築了一個超過300個RFLP標誌因子和20個同功異構酶基因座之連鎖圖譜。此一連鎖圖譜上之標誌因子遍佈番茄之12連鎖群，且平均每5 CM (centi－morgan)(1 CM係指染色體上之距離，其發生重組之機率約爲1%)就有一標誌因子。在番茄，有關數量性狀與分子標誌因子之報導爲可溶性固形物之連鎖關係，而Paterson氏等(1988)[30]亦利用了*L. esculentum* CV. UC 82B X *L. chimielewskii* accession LA1028之雜交組合，選擇了70個標誌因子，其中包括63個RFLP因子，5個同功異構酶及兩個形態生理性狀(有無停心性及成熟度)，用來鳌定如果實鮮重、可溶性固形物及果實pH值等數量性狀之控制因子其所在染色體上之位置，所用之方法爲區間鳌定法(interval mapping)，配合在人類遺傳研究上所發展出來之LOD標示值，來決定該數量性狀所在染色體上之位置。所謂區間鳌定法，即利用類似三點雜交測試法(three point test)，由於每一連鎖群之適當距離均有標誌因子，因此每一數量性狀有關之因子群必座落於二標誌因子間；而LOD測值係一對數值，乃利用直線迴歸模式，假設該數量性狀存在與不存在之情形下估算出來之比值，取其對數，如該測值超過所定之界限值，則該區段因子受數量基因控制之機率就極高，藉此踢除一些不是眞正受數量因子控制之基因塊；至於LOD界限值之訂定，其大小一般受基因組(Genome)之大小及標誌因子之密度來決定。表七即利用一般鳌定法與區間鳌定法在回交選種上的效益比較。而表八即利用分子標誌因子間區鳌定法配合LOD界定值之利用，將番茄一些數量性狀如鮮果重、可溶性固形物含量及果實pH值等，其控制因子數及所在染色體之標定。

表六　蕓苔屬亞種品系DNA經限制酶*Eco* RI切割並與不同探針複合後多形性發生之頻率

比較別	具變異之比較數	總比較數	多形性之頻率(%)
同種內亞種間之比較	2835	3596	78.8
B. campestris 亞種間	1578	1920	82.2
ssp. *chinenesis* 對 ssp. *pekinensis*	967	1192	81.1
B. oleracea 亞種間	1257	1676	75.0
ssp. *italica* 對 ssp. *capitata*	541	716	75.6
同亞種內品系間之比較	2011	2862	70.3
B. campestris 品系間	823	1150	71.6
ssp. *chinensis* 內	454	555	81.8
B. oleracea 品系間	1188	1712	69.4
ssp. *italica* 內	1103	1529	72.1

(摘自 Figdore et al., 1988)

表七　臨近分子標誌因子選拔在回交第一代保持該片段之機率

連鎖關係	保持 X 片段在回交第一代產生之機率
-A --10cM--X ----------	0.90
---------- X --10cM--B -	0.90
-A --10cM--X --10cM--B -	0.99

A，B：分子標誌因子.
X：具經濟價值之基因.
(摘自 Tanksley, 1983)

表八　利用 RFLP 連鎖圖釐定出番茄數量性狀之控制因子數及其所在連鎖群統計表

性　狀	因子數	連　鎖　群　別
鮮果重	6	1, 4, 6, 7, 9 和 11
可溶性固型物含量	4	3, 4, 6 和 7
果實酸鹼值	5	3, 6, 7, 8 和 10

節錄自 Paterson et al., (1988)

此外，Lander和Bostein(1989)[20]更對利用標誌因子與數量性狀間關係之探討作更詳盡之理論說明，重點包括了 1.利用Sewall wright(1968)[47]所定義之有效因子數(k)來鑑定雜交族群是否適宜用來標定數量性狀，2.利用間區釐定法配合LOD指數精確地估算及標定數量性狀之影響其數學模式之介紹，3.闡明選擇性因子型之分析，以減低所需分析個體數之立論根據。而有關上述LOD測值之估算法及因子標定之軟體亦已由Lander氏等設計完成，名爲MAPMAKER，該軟體已由國科會補助台灣大學農藝系生物統計研究室申購，當可提供使用。

四、不同雜交分離族群對數量性狀分析之影響

數量性狀確可利用分子標誌因子來標定，而有關數量性狀控制因子在利用標誌因子選拔導入後，其在不同育種族群之選拔效果如何則少有報導。Tanksley和Hewitt(1988)[39] 爲確定分子標誌因子之利用對番茄可溶性固形物之選拔與應用之可靠性，以一具有導入野生種控制該因子之育種品系－LA1563與三番茄品種－UC82B，7879和78W29雜交來分析導入片段對可溶性固形物、果實pH、果實鮮重與產量等方面之影響，在此報告中，計利用了已知連鎖群及相對距離之132個分子標誌因子(其中125個爲RFLP因子座，7個爲異構酶因子座)，分析該品系由*L. chmielewskii* 導入三片段之影響，結果顯示導入三片段中有二片段與可溶性固形物含

量有關係，但其影響則依所雜交親本之遺傳背景而定。表九即爲番茄不同雜交後代族群，其標誌因子對可溶性固形物含量之顯著性分析，顯示因子之作用因不同之遺傳背景而有不同之反應。此外，這兩片段亦被發現與有害性狀，如增加果實之pH值、低產及果實小等不良性狀有關。

由上述不難發現，RFLP標誌因子目前在蔬菜作物之研究上，仍偏重於一些基礎之研究如連鎖關係之建立、標定性狀基因、種緣關係之探討等，而實際應用之例子仍少。

表九　不同因子型對平均可溶性固形物含量在不同F_2分離族群之顯著性分析

F2族群	LA 1563 X 78W29					LA 1563 X 7879					LA 1563 X UC82B				
因子座	因子型 e/e	e/c	c/c	F值	顯著性	因子型 e/e	e/c	c/c	F值	顯著性	因子型 e/e	e/c	c/c	F值	顯著性
Aco2	5.55	5.67	5.60	0.49	0.61	6.18	6.53	6.50	4.84	0.01	5.63	5.76	5.44	3.14	0.04
	(60)	(111)	(41)			(64)	(98)	(61)			(71)	(93)	(45)		
Cab4	5.57	5.68	5.67	0.20	0.30	6.21	6.42	6.52	1.93	0.15	5.55	5.82	5.38	4.76	0.01
	(47)	(79)	(27)			(41)	(55)	(39)			(49)	(65)	(38)		
CD56	5.40	5.71	5.75	2.55	0.08	6.26	6.50	6.38	1.49	0.23	5.57	5.72	5.73	0.68	0.51
	(39)	(75)	(48)			(42)	(75)	(40)			(45)	(65)	(41)		
TG13A	5.76	5.60	5.63	0.57	0.57	6.35	6.57	6.32	1.66	0.19	5.62	5.68	5.57	0.24	0.78
	(43)	(74)	(38)			(33)	(62)	(26)			(35)	(72)	(34)		

註：e/e=esculentum 同型結合；e/c=異型結合；c/c=chmielewskii 同型結合．
括弧內爲觀測個體數

[摘自 Tanksley and Hewitt (1988)]

利用聚合酶連鎖反應(PCR)所衍生之多形性標誌因子在作物研究上之現況與展望

有關利用聚合酶連鎖反應所產生之標誌因子在作物上之研究近一、二年才有報告，D'Ovidio氏等(1990)(12)首先利用一gamma-gliadin基因之終端序列爲引子，利用聚合酶連鎖反應之方法，鑑定出小麥種間與種內之多形性，並認爲此方法比RFLP更爲簡單且有效，惟利用此型之分析須有所欲分析基因或DNA片段之頭尾序列資料來設計引子，因此在所能分析之標誌因子上造成限制。然Welsh與McClelland(1990)(44)即提出利用任意設計之引子(arbitrary primer)作聚合酶連鎖反應可在水稻三品種間分出變異，而Williams氏等(1990)(46)也幾乎在同時亦提出類似方法在大豆(*Glycine max* L. Merr.)及其近緣種*G. soja*間和兩玉米品系間之分析

，並証實該方法確可用來檢定變異。Williams氏等並利用大豆之雜交後代族群進行該類標誌因子之遺傳分析，且比較了不同引子長度、其內GC鹽基所占比率對多形性產生之影響。在玉米，34個測試之引子，幾乎每一引子均可偵測到多形性，而大豆則在45測試引子中，平均每0.5個引子即可偵測到變異。此AP-PCR所衍生之逢機擴增多形性D NA分析法之優點即在操作上極爲簡單、一次分析所須DNA之量極少，且不需對欲分析片段DNA 之頭尾序列作分析來設計引子。因此，未來利用此一方法所產生之標誌因子對輔助育種改良方面之工作將大有幫助才是，惟此方法因係新近才被提出，且所利用分析之材料有限，加上Williams氏等[46]利用大豆雜交後裔遺傳分析檢定之結果，發現此類AP-PCR所產生之標誌因子多爲顯性，在利用上須分析二倍以上之標識因子座。此外，一般PCR操作上所用之器具須極爲小心，避免污染，至於其他穩定性方面之評估則有待更多之研究報告來証實。相信以其操作上之簡單易學與原理上之容易易懂，在未來分子標識因子之發展上當可占一席之地。

結　論

分子標識因子無疑地可用於輔助傳統育種改良之工作，增進選種效率，然其應用之前提爲確認園藝性狀與分子標誌因子間之連鎖關係，甚或建立完整且遍佈整個染色體組之連鎖圖譜，而在分析方法上亦須力求簡單、穩定與經濟，才能利用於龐大數目之雜交後裔選拔工作上，目前可資利用之三種方法：同功異構酶電泳法，限制內切酶酶譜多形性分析及利用隨意引子聚合酶連鎖反應所衍生之逢機擴增多形性DNA之方法等均各有優缺點，寄望隨著科技之進步，這些問題均能順利解決，而有關標誌因子與數量性狀因子間之關係與所利用族群遺傳背景反應之考量不可不慎，在連鎖關係之探討上當力求有一共同之參考親本，如此對於基因標定位置之差異才不致造成太大之困惑。

參考文獻

1.陳榮芳 1987 生化遺傳標識因子在作物改良上之應用 科學發展月刊15:487-494

2.陳榮芳 1988 蛋白質，同功異構酶與植物遺傳標識因子 植物分子生物學慶祝中央研究院六十週年院慶研討會論文集 PP.93-102.

3.陳福旗、蕭吉雄、張有明和李弘文 1990 甜瓜品種間同功異構酶變異性之研究 I.四個甜瓜品種(PMR、西施、黃金、新玉)間peroxidase及shikimate dehydrogenase 變異性及其在F_1純度鑑定之利用 中華農業研究 39(3)：182-189.

4.Abeles, F. B. and L. J. Dunn. 1990. Restriction fragment length polymorphism anslysis of DNA from senescing cotyledon tissue. Plant Science 79:13-17.

5.Bailey, D. C. 1983. Isozymic variation and plant breeder's right. In: (Tanksley, S. D. and T. J. Orton eds.) Isozymes in plant genetics and breeding. Part A. pp. 425-440. Elsevier Sci. Publ.

Amsterdam.

6. Barone, A., E. Ritter, U. Schachtschabel, T. Debener, F. Salamini, and C. Gebhardt. 1990. Localization by restriction fragment length polymorphism mapping in potato of a major dominant gene conferring resistance to the potato cyst nematode Globodera rostochiensis. Mol. Gen. Genet. 224:177-182.

7. Beckmann, J. S. and M. Soller. 1983. Restriction fragment length polymorphisms in genetic improvement : methodologies, mapping and costs. Theor. Appl. Genet. 67:35-43.

8. Bernatzky, R. and S. D. Tanksley. 1986. Toward a saturated linkage map in tomato based on isozymes and random cDNA sequences. Genetics 112:887-898.

9. Bonierbale, M. W., R. L. Plaisted and S.D. Tanksley. 1988. RFLP maps based on a common set of clones reveal modes of chromosomal evolution in potato and tomato. Genetics 120:1095-1103.

10. Bournival, B. L., J. W. Scott and C. E. Vallejos. 1989. An isozyme marker for resistance to race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. Theor. Appl. Genet. 78:489-494.

11. Colby, L. W. and L. C. Peirce. 1988. Using an isozyme marker to identify doubled haploids from anther culture of asparagus. HortScience 23(4):761-763.

12. D'Ovidio, R., O. A Tanzarella and E. Porceddu. 1990. Rapid and efficient detection of genetic polymorphism in wheat through ampilification by polymerase chain reaction. Plant Molecular Biology 15:169-171.

13. Erlich, H. A. 1989. PCR Technology : Principles and applications for DNA amplification. Stockton Press, New York.

14. Figdore, S. S., W. C. Kennard, K. M. Song, M. K. Slocum and T. C. Osborn. 1988. Assessment of the degree of restriction fragment length polymorphism in *Brassica*. Theor. Appl. Genet. 75:833-840

15. Helentjaris, T., G. King, M. Slocum, C. Siedenstrang and S. Wegman. 1985. Restriction fragment polymorphism as probes for plant diversity and their development as tools for applied plant breeding. Plant Molecure Biology 5:109-118.

16. Helentjaris, T., M. Slocum, S. Wright, A. Schaefer and J. Nienhuis. 1986. Construction of genetic linkage maps in maize and tomato using restriction fragment length polymorphisms. Theor. Appl. Genet. 72:761-769.

17. Kesseli, R. V. and R. W. Michelmore. 1986. Genetic variation and phylogenies detected from isozyme marker in species of *Lactuca*. J. Heredity 77:324-331.

18. Kinzer, S. M., S. J. Schwager and M. A. Mutschler. 1990. Mapping of ripening-related or -specific cDNA clones of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Theor. Appl. Genet. 79:489-496.

19. Lande, R. and R. Thompson. 1990. Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. Genetics 124: 743-756.

20. Lander, E. S. and D. Botstein. 1989 Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits

using RFLP linkage maps. Genetics 121:185--199.

21.Landry, B. S., R. Kesslei, H. Leung, and R. W. Michelmore. 1987a. Comparison of restriction endonucleases and sources of probes for their efficiency in detecting restriction fragment length polymorphisms in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 74:646-653

22.Landry, B. S., R. V. Kesseli, B. Farrara, and R. W. Michelmore. 1987b. A genetic map of lettuce (*Lactuca sativa* L.)with restriction fragment length polymorphism, isozyme, disease resistance and morphological markers. Genetics 116:331-337.

23.Lee, D., L. Turner, D. R. Davies and T. H. Ellis. 1988. An RFLP marker for *rb* in pea. Theor. Appl. Genet. 75:362-365.

24. Martin, B., J. Nienhuis, G. King, and A. Schaefer. 1989. Restriction fragment length polymorphisms associated with water use efficiency in tomato. Science 243:1725-1729.

25.Miller, J. C. and S. D. Tanksley. 1990a. RFLP anylsis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon.* Theor. Appl. Genet. 80:437-448.

26.Miller, J. C. and S. D. Tanksley. 1990b. Effect of different restriction enzymes, and probe length on detecting restriction fragment length polymorphism in tomato. Theor. Appl. Genet. 80: 385-389.

27.Nagamine, T., G. A. Todd, K. P. McCann, H. J. Newbury and B. V. FordLloyd. 1989. Use of restriction fragment length polymorphism to fingerprint beets at the genotype and species levels. Theor . Appl. Genet. 78:847-851.

28.Nienhuis, J., T. Helentjaris, M. Slocum, B. Ruggero, and A. Schaefer. 1987. Restriction fragment length polymorphism analysis of loci associated with insect resistance in tomato. Crop Sci. 27: 797-803.

29.Osborn, T. C., D. C. Alexander and J. F. Fobes. 1987. Identification of restriction fragment length polymorphisms linked to genes controlling soluble solids content in tomato fruit. Theor. Appl. Genet. 73:350-356.

30.Paterson, A. H., E. S. Lander, J. D. Hewitt, S. Peterson, S. E. Lincoln, and S. D. Tanksley. 1988. Resolution of quantitative traits into Mendelian factors by using a complete linkage map of restriction fragment length polymorphisms. Nature 335:721-726.

31.Ratner, M. 1990. Identifying quantitative traits in plants. Bio/ technology 8:401-403.

32.Sarfatti, M. J. Katan, R. Fluhr, and D. Zamir. 1989. An RFLP marker in tomato linked to the *Fusarium oxysporum* resistance gene *I2.* Theor. Appl. Genet. 78:755-759.

33.Soller, M. and J. S. Beckmann. 1983. Genetic polymorphism in varietal identification and genetic improvement. Theor. Appl. Genet 67:25-33.

34.Song, K., T. C. Osborn and P. H. Williams. 1990. *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) 3. Genome relationships in Brassica and related genera and the origin of *B. oleraceae* and *B. rapa* (syn. *campestris*). Theor. Appl. Genet. 79:497

-506.

35.Tanksley, S. D. and C. M. Rick. 1980. Isozymic gene linkage map of the tomato : Applications in genetics and breeding. Theor. Appl. Genet. 57:161-170

36.Tanksley, S. D. 1983. Molecular markers in plant breeding. Plant Molecular Biology Reporter 1(1):3-8.

37.Tanksley, S. D., and T. J. Orton. 1983. Isozymes in plant genetics and breeding. Part A and B. Elsevier Sci. Publ. Amsterdam.

38.Tanksley, S. D. 1987. Organization of the nuclear genome in tomato and related diploid species . Am. Nat. 130 S46-S56.

39.Tanksley, S. D. and J. Hewitt. 1988. Use of molecular markers in breeding for soluble solids content in tomato-a re-examination. Theor. Appl. Genet. 75:811-823.

40.Tanksley, S. D. and D. Zamir. 1988. Double tagging of a male sterile gene in tomatio using a morphological and enzymatic marker gene. HortScience 23(2):387-388.

41.Tanksley, S. D., N. D. Young, A. H. Paterson, and M.W. Bonierbale. 1989. RFLP mapping in plant breeding : new tools for an old science. Bio/technology 7:257-264.

42.Weller, J. I. 1987. Mapping and analysis of quantitative trait loci in *Lycopersicon* (tomato) with the aid of genetic markers using approximate maximum likelihood methods. Heredity 59:413-421.

43. Weller, J. I., M. Soller and T. Brody. 1988. Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross of tomato (*Lycopersicon esculentum* X *Lycopersicon pimpinellifolium*) by means of genetic markers. Genetics 118:329-339.

44.Welsh, J. And M. McClelland. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acids Research 18:7213-7218.

45.Welsh, J., C. Petersen and M. McClelland. 1991. Polymorphisms generated by arbitrarily primed PCR in the mouse: application to strain identification and genetic mapping. Nucleic Acids Research 19(2):303-307.

46.Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski, and V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18:6531- 6535.

47.Wright, S. 1968. Evolution and genetics of populations, Vol. 1. Genetics and biometric foundations. Univ. Chicago Press, Chicago.

48.Young, N. D., D. Zamir, M. W. Martin, and S. D. Tanksley. 1988. Use of isogenic lines and simultaneous probing to identify DNA markers tightly linked to the Tm-2a gene in tomato. Genetics 120: 579-585.

49.Young, N. D. and S. D. Tankley. 1989. Restriction fragment length polymorphism maps and the concept of graphical genotypes. Theor. Appl. Genet. 77: 95-101.

50.Young, N. D. and S. D. Tankley. 1989. RFLP analysis of the size of chromosomal segments retained around the Tm-2 locus of tomato during backcross breeding. Theor. Appl. Genet. 77: 353-359.

UTILIZATION OF MOLECULAR MARKERS IN VEGETABLE CROP IMPROVEMENT

Long-Fang O. Chen
Institute of Botany, Academia Sinica, Nangkang

Hsiao-Feng Lo
Department of Horticulture, Chinese Culture University

Key words : Isozyme, Restriction fragment length polymorphism, Arbitrary-primer, Polymerase chain reaction, Random amplified polymorphic DNA, Quantitative trait, linkage map.

Summary

The utilization of molecular markers for crop improvement is believed to be one of the benefits from biotechnology. Presently, at least three types of molecular markers such as isozyme, RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) and RAPD (Random Amplified ploymorphic DNA) derived from AP-PCR (Arbitrary Primer Polymerase Chain Reaction) are available. Among these, isozyme markers were studied the earliest and a lot of research has been conducted. The advantages of isozyme as molecular marker are its simplicity and ease for analysis. However, the limitation on the number of polymorphic loci is the major drawback in its application. RFLP markers analyzed on the DNA level are believed to be very promising because the markers obtained can be saturated all over the linkage map. Nevertheless, the profoundity and complexity of its methodologies have slowed down its utilization. Among the vegetable crop species, RFLP markers and linkage map have been well established in tomato. Other crops such as potato, lettuce, sugar beet, pea and Brassica species also have several studies on the RFLP markers. RAPD derived from AP-PCR was most recently reported. The advantages of RAPD markers are its rapidity and efficiency during the analyzing processes. However, the predominance with dominant gene action on RAPD markers will

require twice as many markers as those of codominant markers to distinguish a heterozygote. Since only very limited studies are avaliable now on RAPD in crop species, whether there is any other limitation requires further investigation. Furthermore, gene mapping is no longer limited to those of major qualitative genes such as disease, insect resistance, and male sterility, etc. Selection for quantitative traits have become possible through the aid of molecular markers.

蔬菜品質與土壤水分關係

陳 清 義

國立中興大學

前 言

蔬菜爲日常生活佐餐之主要營養品，由於國民所得增加，生活水準提高，對蔬菜需求量及品質之要求隨之提高[1]。因此，目前除了建立健全之蔬菜產期調節及產銷制度外，提高蔬菜品質亦爲當務之急。

蔬菜生育期之水分管理，直接影響光合成及蒸散作用等生理機能，引起生理障礙，而造成產量及抗病性下降[4]。此外，更會引起與品質有關成分之變化，如糖分、維他命、胺基酸、葉綠素、礦物元素及草酸等[3]。但有關水分管理對蔬菜品質影響之研究仍少，今後應加强此方面之研究與探討。

蔬菜品質調查法

有關蔬菜品質之評價，常因蔬菜種類之不同而異。因此欲建立一致之評價標準極爲不易，如表一所示，爲番茄品質構成要素[2]，其內容所包括之項目複雜繁多，因此評價者需具備豐富經驗，方能兼顧眾多項目，客觀加以評價。

土壤水分與蔬菜生理

光合成作用利用光能將CO_2合成有機物質，爲決定生長之重要因素。以白菜爲例，其光合成能力介於5～10 CO_2 mg/dm^2/hr間，一般C_3型植物光合成能力則介於5～20㎎／hr間，故白菜之光合成能力屬較低之種類。因此栽培白菜，若能增高光合成能力，將可提高品質與產量。

表2 顯示，白菜類之變種及品種間，其葉綠素含量與光合成能力有關[4]，以葉綠素含量較高品種或變種，其光合成能力亦較高。

表一 番茄品質構成要素

1.食品機能

(1)一次機能(營養價值)

糖分，Vitamin A、C，胺基酸類，及其他無機成分，糖度。

(2)二次機能(嗜好性)

果實大小，重量及形狀(球狀，洋梨形，卵形，砲彈形，迷你形)。

果實表面之形狀(平滑，傷痕，污點及附著物之有無)。

果實表面之顏面(色相，彩色度，明暗度，均一度，色澤)。

果肉之顏色(同上)

食　味：甜味－糖之組成，濃度及糖酸比。

酸味－有機酸組成及濃度。

美味－胺基酸組成及濃度。

香氣－芳香成分。

肉質－粘，粉，脆。

新鮮度：果實之彩色度，明度，香氣，糖酸等。

(3)三次機能(生理調節機能)

Vitamin A、C，γ－胺基酪酸，食物纖維之含量。

2.流通，消費之方便性。

(1)品質管理之良否。

(2)攜帶及烹調方便性。

(3)保鮮期限(保存期限)。

3.病蟲害、生理障害程度。

(1)病蟲病：軟腐病，炭疽病及其他疫病之罹病程度，腐敗菌著生，及蟲害程度。

(2)生理障害：空洞果、裂果、腐果、軟果等。

4.安全性

(1)微生物著生問題

(2)含有或附著有害物質

土壤水分補給不足，將影響光合成作用。當土壤處乾燥情況下，葉片將呈現凋萎，此種凋萎程度與光合成作用被抑制程度有關。如表3所示，葉片嚴重凋萎時，光合成能力僅及正常株之62.7％[4]。

白菜之生態型為根淺，葉面積大。由於根群淺，無法吸收深層之土壤水分。其中結球大白菜之蒸散量極大，故對土壤之濕潤特別需要，尤其結球期需多量之水分。

表二　白菜各品種之葉綠素含有量與光合成能力關係

變　　種	品　　種	葉綠素含有量 乾物重百分率	光合成能力 CO_2m g/dm^2hr
烏　塌　菜	常州烏塌菜	2.46%	11.00
小　白　菜	杭州油冬兒	1.93	9.70
小　白　菜	北京白留油菜	1.74	9.12
大　白　菜	天津青痲葉	1.74	9.51
大　白　菜	興城大矬菜	1.71	8.65
大　白　菜	福山大包頭	1.67	8.39
大　白　菜	泰安青芽	1.63	8.18
大　白　菜	洛陽大包頭	1.43	7.32
大　白　菜	膠縣二葉菜	1.37	7.69

註：溫度21－23℃，照度26,000 Lux m

表三　葉片萎凋對白菜光合成作用之影響

	光合成能力 (CO_2mg/dm^2-hr)	百分比(%)
正　　常	10.28	10 0
輕度萎凋	8.20	7 9.8
嚴重萎凋	6.44	6 2.7

上述白菜之根群分佈於地表下25公分深度範圍以內，因此淺層土需有較高之含水量（飽和含水量之80～85％）。但由於淺層土之水分，易由地下浸透及地表蒸發而喪失，而導致土壤水分不足，將直接導致光合成等生理機能受阻，致生育不良。因此實際栽培時，絕對需要灌水。

油菜科之蔬菜，根大，葉叢大，土壤水分利用能力亦強。然而高麗菜類之葉厚且具蠟質層，蒸散量較低且對乾旱之耐性較強，故大根之高麗菜之栽培管理較大白菜容易。

一般而言，普通小白菜之蒸散作用低於大白菜。而大白菜品種間之蒸散作用亦有差異(圖1)，其中以半結球大白菜最小；結球變種中，則以直筒型之蒸散作用較小，平頭型及卵圓型則較大[(5)]。

大白菜品種間蒸散作用之差異，除與栽培中需水量有關外，蒸散作用之大小，尚且影響

水分利用效率。此關係對白菜品種生命力之强弱，逆境耐性及耐病性均有影響，而且影響光合成作用。如圖1所示，膠縣二葉及福山包頭兩種大白菜之蒸散量大，對逆境抵抗性較弱。相反地，對環境逆境抵抗性較强之品種，如泰安青芽及青麻葉之蒸散量則較小(5)。

影響蒸散作用因子，除上述之品種差異外，植物之不同生長期亦有顯著差異(表4)。不同生長期大白菜之蒸散作用特性分述如下(5)：

1.發芽期、幼苗期

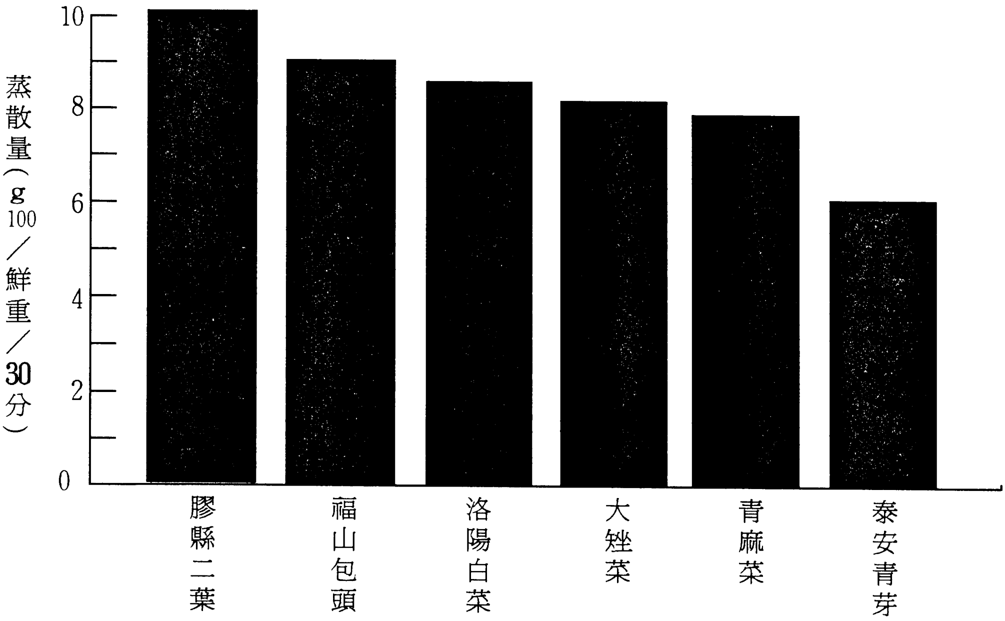
此生長期之植物體很小，故單株之蒸散量小，但此期之蒸散强度最大，對水分缺乏亦敏感，故須注意保持土壤水分。

2.蓮座期

此生長期之結球白菜，正逢同化器官發育旺盛期，單株蒸散量及蒸散强度均大，故耗水量顯著增加。

3.結球期

此期株重達最高值，蒸散强度雖最低，但蒸散總量最大，故耗水量亦最大。



圖一 不同品種大白菜之蒸數量

土壤水分與蔬菜品質

蔬菜生產除注意周年化、種類多、量少外，尤應重視蔬菜之營養與健康之關係。因此，對蔬菜之要求，除重視外觀品質外，更應注意內容成分之高品質化。

菠菜爲綠黃色蔬菜之代表，富含Vitamin與礦物質，故營養價值高。過去，菠菜品質之要求，主要考慮其形狀(株高、葉形、根色)及新鮮度(色澤、折葉)。但近來之消費需求則要

求鮮度、味覺及食味、營養、健全性等高品質化。

針對此項需求，與品質有關之成分，如糖對食味之影響及有害物質(草酸)、硝酸等均極受重視。因此，菠菜食味之改進，應注重高糖度化、低草酸化及低硝酸化。

表4　不同生長期大白菜之蒸散作用

品　種		蒸散作用強度(g/生鮮重100g/30分)	
		氣溫25℃	氣溫27℃
福山包頭 (淡綠型)	幼苗期	18.75	22.00
	蓮座期	10.39	14.96
	結球期	9.08	11.58
天 津 綠 (濃綠型)	幼苗期	15.73	22.28
	蓮座期	19.77	10.58
	結球期	15.00	9.92

透過菠菜生育期間之水分管理，可以影響與品質有關成分產生變化。例如夏季栽培菠菜之生育及品質與收穫前停止灌水時期有關。栽培之菠菜，分別於收穫前十日，七日、四日及一日停止灌水，結果發現較晚停止灌水(四日、一日)之株高及單株重較佳，但容易葉折及沾土，且出貨調整困難；但較早停止灌水(十日、七日)之菠菜，其葉綠素含量較高，葉較厚。產量雖稍減，但保存期限增長，出貨調整較容易。由此可知，收穫前7～10日，予以停止灌水，可提高菠菜之品質(3)。

其次，探討菠菜生育期間，土壤水分與草酸含量之關係，表5顯示，乾燥區之生育、株重劣於多濕區，尤以高溫栽培期特別顯著。

表5　土壤水分與菠菜生長及水溶性草酸含量之關係

品　種 (播種日)	處　理*	株　重	水溶性 草　酸
ずかめ (Moon-face) (8月9日)	乾　燥	3.5 g/株	0.95%
	中	7.0	0.81
	多　濕	10.6	0.56
アトラス (Atlas) (9月19日)	乾　燥	20.0	1.00
	中	23.9	0.68
	多　濕	29.9	0.59

乾燥：pF 2.7以上，中：pF 2.2～2.5，多濕：pF 1.8以下

表5同時顯示，菠菜生長於乾旱土壤時，其水溶性草酸含量較高。例如，栽培於pF2.7以上乾旱區之菠菜，其水溶性草酸含量，比在pF1.8以下多濕區栽培株高70%[3]。

由上述結果可知，欲藉提早停止灌水期，提高菠菜品質，需考慮避免土壤過度乾燥，以降低草酸含量。

結　論

國人生活水準提高，蔬菜不再僅供日常生活佐餐之食品，爲迎合消費需求，蔬菜扮演健康食品之角色。因此，目前除建立健全之蔬菜產期調節及產銷制度外，提高蔬菜品質更刻不容緩。關於此，今後努力之方向包括：

1.蔬菜成分及內含物非破壞性測定技術之開發[2]：

由於蔬菜品質之評價標準內容複雜、分歧，因此，需建立客觀、科學化之測定方法，才能客觀，公正評價蔬菜之品質。例如，可視光用於判別著色度；紅外線用來測定成分；X－ray用來判斷果實是否有空洞；電阻用來測定溫度等，甚至將來亦可利用NMR－CT進行測定。

2.新品種之引進與培育：

特別注意口味較佳、能降低農藥使用及對健康有益之蔬菜品種之培育引進。

提高蔬菜之趣味性，並重視蔬菜之機能性，如抗變異性、抗癌性及降血壓等作用。

3.改進栽培管理技術：

栽培管理，除直接影響生理機能，引起生理障礙，而造成產量及抗病性下降外，更會引起與品質有關成分變化，導致影響蔬菜品質與商品價值。

透過栽培管理技術之改進，提高蔬菜品質，可直接利用現有品種資源進行探討，極爲可行。唯有關水分管理對蔬菜品質影響之研究仍少，此乃今後我們研究與探討之重點。

參考文獻

1.柳台生　1988.　中國園藝學會七十六年度大會演講專題－夏季蔬菜之生產概況與問題　中國園藝34(3)：143-152。

2.安井秀夫　1990.　野菜生產にすける新たな技術開發と今後の課題　農業および園藝 65(4)：3-11。

3.野口正樹、楠原操　1989.ホウレンソウ栽培たおける品質向上技術 農業および園藝　64(4)：61-66。

4.篠原捨喜　1990.　中國における白菜の研究[10]白菜の生活條件(栽培の原理) 農業および園藝65(4)：485-490。

5.篠原捨喜　1990.　中國における白菜の研究[11]白菜の生活條件(栽培の原理) 農業および園藝65(6)：697-702。

討　　論

施純堅問：

1.土耕洋香瓜在採收前10～14天斷水，雖可提高品質，但容易造成裂果，應如何控制水份，才可避免裂果。

2.洋香瓜採收前的斷水處理，可否延長果實之貯藏品質？

陳清義答：

1.不會造成裂果。

2.可提高品質。

土壤有機質與蔬菜栽培

楊 秋 忠

國立中興大學土壤研究所

摘 要

蔬菜在生產中，將土壤的營養吸走，尤其在密集耕作制度下，土壤需有良好的保養，才能維持長期地力。爲了維持長期的地力，土壤有機質扮演重要的角色。因爲土壤有機質對土壤物理性、化學性及生物性影響甚鉅，功效甚多，因此，土壤有機質存在的質與量，將影響蔬菜的生產量及品質，其原因是土壤有機質具有下列之功效：(1) 有機質可改善土壤物理特性，改善土壤團粒構造，良好的土壤通氣及排水；(2) 增加土壤保水能力；(3) 增加土壤之保肥力，以吸附及交換植物營養元素，提高肥料緩效性；(4) 分解後釋放植物所需之營養元素； (5) 鉗合微量營養元素及協助植物營養元素之溶解度及有效性；(6) 增加土壤之緩衝能力，使土壤之酸鹼反應緩和；(7) 提供土壤有益微生物之活動，使土壤微生物進行對抗病菌大量發展；(8) 分解人爲或天然之毒性質及作用；(9) 色黑有助吸熱及早春種植等；(10)部份組成分有助植物代謝及生長之功效。蔬菜所需要的土壤有機質是來自甚多來源，主要可以從有機肥料、植體殘質、種植綠肥等，包括易分析及較不易分解有機質，其中易分解之有機質可迅速供應較大量營養，而不易分解之有機質則主要供土壤改良劑，其效果可維持較長。建立正確的施用有機質肥料，才能確保土壤有機質含量及蔬菜生產量及品質。

前 言

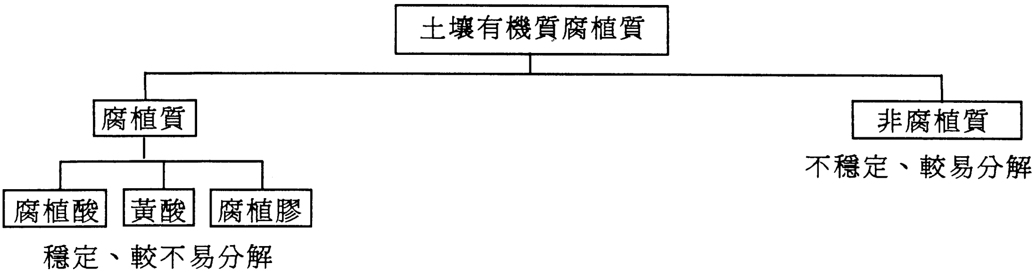
蔬菜生產的期間，每一期作都相當短，常見的有數週或數月即可收穫，尤其在台灣整年中均適宜種植不同的蔬菜，因此在密集生產下，吸收了土壤大量的營養，需要有較多次及多量的施肥栽培，於是蔬菜田較其他作物田更易發生土壤問題。加上土壤肥力影響生產蔬菜的產量及品質，而影響土壤肥力的因子與土壤有機質又有密切關係。

土壤有機質的含量一般常在5％以下，台灣位於亞熱帶及熱帶，有機質分解受高溫高濕的促進影響，因此，導致土壤甚爲缺乏有機質，約有65％的農田土壤有機質缺乏(<2％)(林，1967)，民國67年與49年之土壤調查有機質含量有14個縣略有提高，大都土壤有機質均在3％以下，(李及吳，1989)。但近年來因機械化後，農家飼養牛減少，廄肥減少將導致土壤有機質來源之減少。土壤有機質之功效甚多，影響土壤之物理性、化學性及生物性，進而影響營養成分之有效性及肥料的功效，蔬菜之生產也不例外，直接或間接受到土壤有機質之肥力控

制，本文將從土壤有機質的界定及其增進方法說明。

土壤有機質的界定

土壤的組成包括無機物、有機物及微生物，其中有機物即爲「土壤有機質」，土壤有機質是指土壤中有機體分解後的產物或其聚合物。從特性上，「土壤有機質」包含「腐植質」及「非腐植質」、而生物之有機體或殘體在測定土壤有機質含量時，若未能取出將一幷被測入，這種測定有機碳素量的結果是指廣義土壤「有機物」，尤其土壤的分析樣品中含大量斷根及殘渣，於是分析出來的土壤有機質含量偏高，常有誤解土壤穩定之有機質含量。



土壤有機質中的「腐植質」是從有機體(動物、植物及微生物)腐爛分解的物質再重組聚合成大分子量的物質，腐植質因聚合物質的大小及時間年代不同而有不同，特性上也有差異，一般常依萃取溶解的特性區分腐植質的內含物，將腐植質分爲「腐植酸」、「黃酸」及「腐植膠」。因此，不要誤解以爲腐爛的殘質就是「腐植質」。

土壤有機質中的「非腐植質」是指有機殘體及分解出來呈游離狀態而未被聚合在腐植質的物質，何如醣類、胺基酸、脂肪、蛋白質、核酸、木質素等物質。非腐植質中除了木質素外，其他的非腐植質都較易被分解及利用，因此在土壤中的變動較快也及較不穩定。當土壤中的殘質或剛施入的有機質較多時，土壤有機質含量隨時間的變化將有較多的改變，易分解的有機質將被分解的「礦質化作用」而減少，不易在土壤中殘留保存，且只有極少量被聚合的腐植質殘留在土壤保存下來。

土壤有機質的性質及功效

土壤有機質已被公認爲在維持及增進土地地力上，扮演主要的角色，由於土壤有機質的複雜性，它的功能的範圍甚廣，是土壤的精華，也是爲何土壤與石頭粉有很大差異的主要原因之一。土壤有機質能使土壤的物理性、化學性及生物性改善 (表一)，達到適合農業生產的功效，增進蔬菜的生產量及品質。

表一、土壤有機質的性質及其功效

有機質的性質	說明	對土壤的功效
有深顏色	許多土壤的顏色較黑是由於有機質的影響，尤其在土壤浸水下更易顯現。	較易吸熱，提高地溫有助早春栽種作物。
有保水力	有機質的質地鬆，可保持水分，可吸水增重達20倍。	增加土壤的保水力，尤其砂質土壤更重要，可防止土壤乾縮的功效。
有聚結作用	土壤有機質多高分子之成份，有聚結土壤粒子的能力，形成團粒構造。	增加土壤的團聚穩定性及有助土壤通氣與通水性。
有親水性但不易溶出於水	土壤有機質是親水性，但由於與土壤粒子結合形成不溶性。	有機質不易淋洗。
有鉗合作用	形成金屬元素的複合物，包括Cu^{2+}，Mn^{2+}，Zn^{2+}及其他多價正離子。	增加微量元素對植物的有效性。
有正離子交換作用	土壤有機質具有帶陰離子之作用基，使正離子有交換的位置，正離子交換能力可達300－1400meq100g^{-1}	增加土壤正離子交換能力，可占土壤總量的20～70%，有助保肥能力
有緩衝性	土壤有機質具有吸收氫離子及氫氧離子的能力。	緩和土壤的酸鹼度改變。
能被礦質化及被分解作用	被分解釋放出氮、磷、硫、二氧化碳等無機物質及其他小分子有機物。	提供土壤微生物及作物的營養來源。
能結合有機的分子	影響農用化學物質的分解，累積殘存與生物活性。	改善農用化學物質的毒性，影響有毒物質的分解及累積。

土壤有機質的增進要領及方法

增進土壤有機質含量的方法上，可分爲下列兩種：一爲施用有機物或有機質肥料，二爲減少土壤有機質含量的降低。前者爲積極增進的方法，後者爲消極的方法，在土壤有機質保養上，兩種方法都需要配合，才能有事半功倍的增進效果。

一、施用有機物或有機質肥料：

增進土壤有機質含量的最有效及最直接的方法就是施用有機物或有機質肥料。有機物或有機質肥料的種類甚多，包括「較易分解」及「較不易分解」兩大類，其中又以施用「較不易分解」的有機物最能維持較長期的增進效果。而「易分解」的有機物將在土壤中分解，能長期增進土壤有機質含量則較少。在未來推動增進地力方案的執行時，則應以補助不易分解的有機質肥料為主。 不易分解的有機質含有較高的木質素或腐植物質，是主要不易分解的原因，例如泥炭、樹皮堆肥，腐植酸等是屬於不易分解的有機質，能殘留的時間較長，其中木質素是主要轉化成土壤腐植質的主要成分。

對於易分解及未腐熟的有機物或有機質肥料不是不能施用。是視為營養供應為主目標的功能，經有機物分解後釋放營養，但未釋放營養前，常發生營養被分解菌繁殖所固定，在分解中引起大量之氮固定作用，致使作物葉片黃化或微量元素缺乏。尤其未腐熟的有機質需提早施用，或不與作物的根系直接接觸，另外也有毒物質所引起之問題。

排水不良的稻田不宜施用過多易分解的有機質，或殘留太多稻草，因易引起嫌氣微生物分解產生有毒的物質及硫化氫，而引起作物根系死亡或抑制生長。

農田中的蔬菜土壤為了達到經濟效益的施用有機物質，可以配合不易分解及易分解型的有機質，達到供應作物營養及增進土壤有機質含量的雙重效果，避免過量施用易分解的糞便類有機質肥料，否則易引起分解釋放的營養大量流失，造成環境及水源的污染。

二、種植綠肥及覆蓋植物：

綠肥作物生長期中，阻止土壤養分之淋洗及減少土壤流失，綠肥翻入土壤後分解內含中易分解的部份，之後釋放出養分，另一部份為不易分解物，而致增加土壤有機物，為了長期保養土壤及維持生產力，尤其旱田種植綠肥是不可缺少的有效又經濟之保育土壤的方法。

綠肥栽種的植物很多，有的植物木質化少則易分解，有的則木質化多，即不易被分解；一般分為豆科及非豆科綠肥。綠肥不但對作物生長有利，又能維持長期保育土壤生產力，也曾有報導綠肥可克服根赤腐病之為害，有一舉數得之效。

三、要採用輪作系統：

輪作以定時更換幾種不同之蔬菜作物，可以有效維持土壤生產力，連續種植同一種作物，將使土壤有機物損失較大及土壤疲乏生病，而輪作之益處甚多，如上述輪作中栽植豆科或非豆科綠肥，將更有增加土壤有機質含量之效果。

四、減少耕犁及增加覆蓋：

排水良好的田，耕犁次數愈多時，土壤有機質之損失也愈多，減少整地耕犁之栽培可以有效防止土壤有機質減少，尤其蔬菜田耕犁相當頻繁，特別需要重視施用有機肥料。

雨水會沖刷土壤表土，表土保有較多之有機質，因此防止表土流失，對保持土壤有機肥

力相當重要，增加覆蓋及作物藁稈殘葉置留農地，可補充農地有機質之缺乏，又可防止肥沃表土之流失，皆對土壤有機肥力保養上有所助益，但藁稈留置農地需無引發病蟲害之材料。

選擇適當的有機質肥料為重要工作

有機肥料的種類甚多，可從形態，分解速度及腐熟度的不同來區分，有固體及液體的有機質肥料在選擇有機肥料時，需依據作物土壤及氣候環境之不同而有適當的調整。在選擇有機肥料時，最基本的原則是：「易分解型」有機肥料需要配合「不易分解型」的有機肥料。使「易分解型」的在適時下分解供應營養，使「不易分解型」在保養土壤的物理、化學及微生物三相，達有機肥料的整合功效。一般固體有機質肥料都做基肥施用，而追肥可用液體有機質肥料。

以下將依作物、土壤及環境之不同來說明如何選擇適當有機肥料：

一、依作物的不同來選擇：

短期作物(如茄子、敏豆、菜豆等)在種植前，施用的有機肥需要腐熟度高，以免分解初期的缺點；多年生作物在收穫以後，可選用不同腐熟度的有機肥，提早施入土中，尤其坡地園可用未腐熟之有機肥當覆蓋，在著果後應以腐熟度高的有機肥如腐植酸及胺基酸爲佳。使用未腐熟的有機肥最好能配合化學肥料(氮、磷、鉀、鎂肥等)及石灰鹼性質材，以便配合作物的需要。

選擇適當的有機肥料要重視作物的類別不同，生長期中的營養生長及開花結果的特性也有不同，不同特性的有機肥要能配合，才能發揮有機肥料的功效，否則也會有缺失發生；例如果菜類不能用太高的氮肥，如同豆科綠肥，則氮肥需減少施用，否則易引起不開花或落果之問題。

二、依土壤的差異來選擇：

選擇有機肥料需要配合土壤，土壤含有機質甚低時(<1%)，施用有機肥應考慮先求大量施用，並求土壤全層改善的效果，改善的土壤體積愈多則愈好，因此在一定投資經費下；選擇能購買量多的有機肥，並能以量取勝去改善全層土壤有機質的缺乏。土壤有機質含量較多(>3%)時，施用有機肥就可以不必太大量，除非是石礫地或坡地，才需要較多的有機肥。土壤貧瘠地區也可先利用綠肥作物(如田菁、太陽麻、虎瓜豆等)大量增加土壤有機物。

三、依環境差異來選擇：

一般蔬菜施用有機肥料以撒施翻犁或挖溝施入，尤其是坡地菜園則更需要覆土，防止雨水沖失，如果只採用表面撒施，所選擇的有機肥的形態以大塊狀或粒狀爲佳，而粉狀易被雨水沖失，應施入土層中爲佳。深施或液劑灑施、灌施對坡地施用有機肥及化學肥料，都將有

良好的效果，例如腐植酸液劑有機質對土壤全層改善有相當好的。

土壤地力的增進上應先打破或消除土壤的限制因子，而土壤的限制因子包括物理性、化學性及生物性因子，不同的限制因子之消除方法各有不同，其中是以增進土壤有機質含量的方法是最直接及最有效的方法，或者在用消除土壤限制因子後，一定要配合有機質的施用，才能整體性的改善土壤，因此，增進土壤有機質含量就可增加土壤的肥力、生產力及生命力，對蔬菜生產量及品質有密切關係。

參考文獻

1. 李子純、吳懷國　1989　農田土壤長期肥力變遷趨勢研究　77年度土壤肥料試驗研究成果報告　台灣省農林廳。
2. 林家棻　1967　台灣省農田肥力測定　台灣省農業試驗所報告第28號。
3. 楊秋忠　1991　土壤與肥料(第四版)　農世股份有限公司。
4. Chen, Y. and Y. Avnimelech 1986 The role of organic matter in modern agriculture. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht.
5. Schnitzer, M. and S.U.Klan 1972 Humic substanes in the environment. Marcel Dekker, New York.
6. Stevenson, F.J. 1982 Humus chemistry-grenesis, composition, reactions. John Wiley and Sons, New York.
7. Tate, R.L. 1987 Soil Organic Matter : Biological and ecological effects. John Wiley and Sons, New York.
8. Vaughan, D., R. E. Malcolm and B.G. Ord. 1985 Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In Soil Organic Matter and Biollgical Activity. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk publishers, Dordrecht. P. 77-108.

Soil Organic Matter and Vegetable Production

Chiu-Chung Young

National Chung Hsing University

Summary

Vegetable production involves large utilization of soil nutrients, particularly in the intensive cropping system. Management of soil fertility is an important factor for vegetable production, since soil organic matter play a significant role in soil ferility. Organic matter contributes to crop production through its func- tion on the physical, chemical and biological properties the soil. Some of the important and benefical properties of soil organic matter are listed here : (1) improves soil physical properties, (2) increases soil water-holding capacity,(3) has high adsorptive of exchange capacity for nutrients,(4) slow release plant nutrients by the decomposition of organic matter,(5) aids in micronutrients and other nutrients through chelation and solubilization, (6) increases soil buffer capacity, (7) supports a greater and more varied microbial population which favors biological control for soil diseases, (8) reduces toxicity of toxic substances both natural and man made, (9) dark color favors heat absorption and eariler spring planting, and (10) certain components may exert plant growth promoting effects. Organic sources of the soil include a large and diverse group of substances that supply from farm manures and organic commercial fertilizers. Nutrient supply rate and proportion of organic matter were depend on type and source of materials. Peat, humic acid and woody composts with slow decomposition rate can be used to improve soil fertility for long periods. Establishment of correct methods for application of organic materials is essential for high vegetable quality production.

討　　論

余增廷問：

1.有機質改良土壤性質遠比供應作物營養份來得重要，爲使農作物生育更好，有機農業之推行是否應配合化學肥料之施用？

2.若干年後，如以有機肥料完全取替化學肥料，是否能生產足夠的農產品供應本省國民消費？

楊秋忠答：

1.有機質的種類甚多，分解速度及釋放營養份的比例都有不同，因此，有機質屬易分解型或已腐熟，則可迅速供應作物營養份，而有機質若屬於不易分解型，就是以改良土壤爲主要功能。有機農業是以有機質及岩石粉爲肥料的來源，就不施用化學的速效肥料，若因只用有機肥料而無法有良好生產的土壤，可能需診斷土壤而配合礦石粉或化學肥料之施用。

2.有機肥料是肥料的一種，供應的營養及速度有限，需配合礦物岩石粉，現有的土壤已施用化學肥料多年，若只用有機肥料，土壤地力不足時，作物生產常不高，是會出問題的。

吳明哲問：

土壤施用有機質，理論上植物會較健康，較耐病，進而減少農藥使用量。這概念在果樹栽培上已被普遍接受，但在葉菜類栽培上是否亦是如此？

楊秋忠答：

有機質肥料是保養土壤的重要材料，對土壤的物理、化學及生物性都有良好的改善，尤其是旱作，果樹及葉菜類都不例外，果樹是長年作物，葉菜是短期作物爲多，有機質已腐熟的，對當作的效果較易顯現，若有機質腐熟度不高時，對當作較不易表現，但對下一作物是有效的，長期而言，有機質肥料對土壤健康是有效的。

冬季綠蘆筍生產試驗

陳榮五　陳水心

台南區農業改良場

關鍵字：綠蘆筍、冬季生產

摘　要

蘆筍具有低溫休眠期性，本省冬季期間因溫度過低無法正常生產。試驗目的試利用塑膠布簡易隧道棚提高蘆筍田溫度以生產冬季綠蘆筍，供應需求日增的國內市場。

試驗田利用隧道式塑膠布覆蓋後，可以大幅度提高地上和地下溫度，日照充足時地上15 cm處提高約10℃，地下15cm處提高2-10℃。三年生以上蘆筍田塑膠布覆蓋後不留母莖栽培，採收期自12月18日－2月28日計73天。總產量達4,000－4,500kg/ha，留母莖採收總產量只有1,000-1,300kg/ha。因採收30天後嫩莖逐漸變細，品質低劣，故30天是合理的冬季綠蘆筍生產日數，其總產量介於2,500－3,000kg/ha。冬季綠蘆筍不留母莖覆蓋生產30天後貯藏根含糖量由47％降至30％；而放任休閒對照區則提昇至52％(12月9日－1月9日)，同年度春季嫩莖量約減產20％，植株高度與莖徑亦略低及細小，但第二季產量與植株生長勢則無差異。由於一套隧道式塑膠布設施在一筍田只採收30天，因此同一套設施在同年度冬季期至少可使用2次以上，依2次評估塑膠布覆蓋生產冬季綠蘆筍，在市價每公斤65元計其效益每公頃可達54,490元。

前　言

蘆筍具有低溫休眠性，溫帶地區國家冬季期間因溫度低不能露地生產綠蘆筍[4,5,8,10]，只有利用溫室栽培，才能達到冬季生產目的。惟溫室成本高昂，因此無法大量推廣[8,11,17]。Wagenvoot (1979)[2,5]掘取蘆筍根盤置於18℃與24℃水溫下，利用水耕促成栽培結果可生產出綠蘆筍。Poll and Krusistum (1988)[11]利用砂耕促成栽培以23℃溫度蘆筍產量最好，同時Poll and Krusistum (1987)[12]利用0.05mm透明塑膠布直接覆蓋筍田，可提早嫩莖採收。Matsubara and Masuda (1984)[6]利用隧道式塑膠布冬季綠蘆筍，結果產量與土溫和氣溫成正相關。荷蘭的Poll (1990)[13] 在4-5月間利用隧道式塑膠布覆蓋生產冬季綠蘆筍，結果可提早蘆筍採收並

縮短採收期。因此可知，適當的提高筍田的溫度，可以促使蘆筍嫩莖萌發並採收之。

本省的蘆筍栽培係採用留母莖栽培，習慣上於冬季低溫期放任植株休閒，不採收蘆筍嫩莖。鑒於本區亞熱帶與熱帶型氣候，冬季期間除寒流來襲外，氣溫暖和，日照充足，因此蘆筍田若能利用簡易的保溫設施，來提高溫度，將可以採收冬季綠蘆筍，供應市場所需。

本省採用留母莖栽培，採收期常至11月底方才結束。12月初根部開始蓄積養分，若於此時利用保溫設施不留母莖採收嫩莖產量可能受到影響，若採留母莖生產的方式必與常溫未覆塑膠者無異。

試驗目的係利用設施栽培探討冬季綠蘆筍生產所涉及之三個問題：

A.設施提高溫度的效益與對產量的影響。

B.留母莖與不留母莖採收產量的比較。

C.採收冬季綠蘆筍對根部養分含量及後作春季產量和發育的影響。

材料與方法

1.供試品種：五年生U.C.309、二、三年生台南選三號

2.試驗地點：台南區農業改良場義竹工作站、嘉義縣六腳鄉、新港鄉、彰化縣二林鎮、台南縣將軍鄉、屏東縣九如鄉。

3.處理方法：(A)以鍍鋅鋼管搭設大型隧道式塑膠布覆蓋蘆筍田。

(B)以鋼條搭設小型隧道式塑膠布覆蓋蘆筍田。

(C)以不覆蓋塑膠布對照。

4.調查項目：(A)蘆筍田覆蓋隧道式塑膠布後的氣溫和地溫變化情形：

於75年度冬季期間用鍍鋅鋼管搭設大型隧道式塑膠布，並利用多溫度記錄器記錄棚內外地上40公分、地下15及30公分處的溫度。76年度冬搭設大型隧道式和鋼條小型隧道式塑膠布，記錄大型、小型塑膠布和棚外地上15公分、地下15及30公分處的溫度。

(B)留母莖與不留母莖採收方式生產冬季綠蘆筍試驗：

於冬季期間利用隧道式塑膠布覆蓋(1)留母莖採收於11月更新母莖，於1月開始採收。(2)採留母莖採收於1月摘除母莖後便開始採收，對照區爲不覆蓋塑膠布利用留母莖處理之方式採收。

(C)生產冬季綠蘆筍對植株根部糖含量的影響：

挖取生產冬季綠蘆筍處理區和放任休閒(對照)植株的根。根截取位置爲離芽盤10-15公分處。截取之根儘速送回實驗室洗淨後用96℃烘乾二天，磨粉後參照Hans Meidner修正的Ar-throne[1,7,16]法分析根的糖含量。

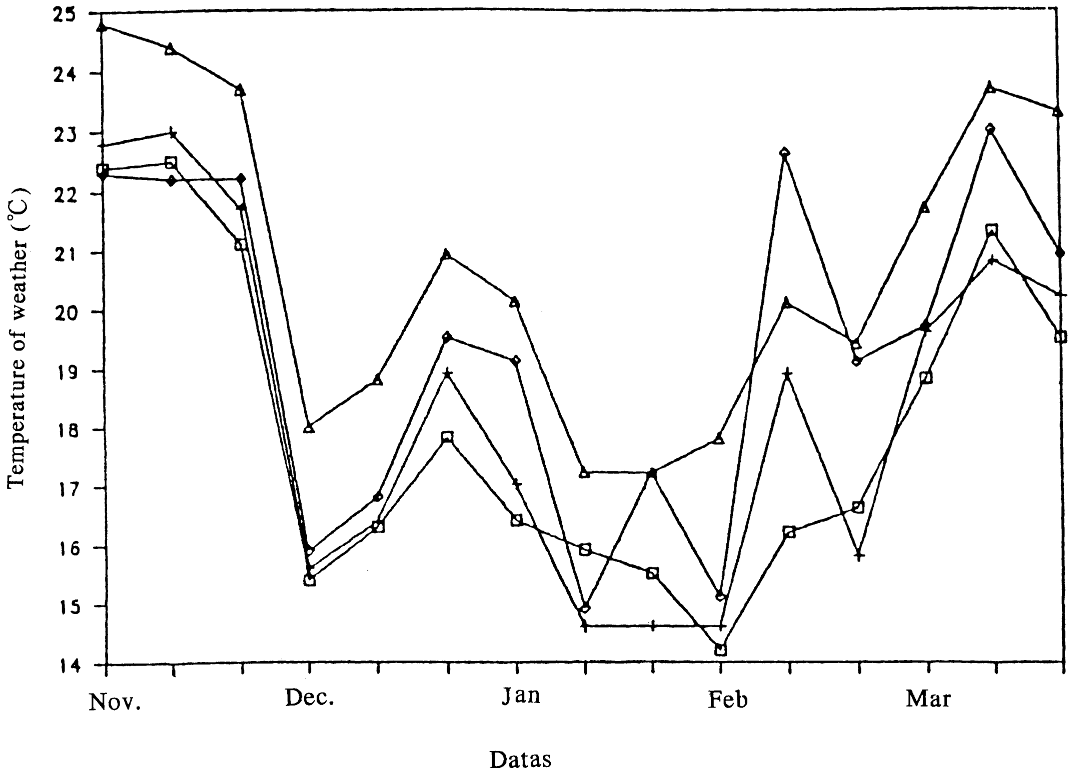
(D)生產冬季綠蘆筍對後續春季產量的影響：

冬季綠蘆筍生產試驗後，繼續調查後作春季產量和生長勢。

結果與討論

一、蘆筍田覆蓋隧道式塑膠布後的氣溫和地溫變化情形：

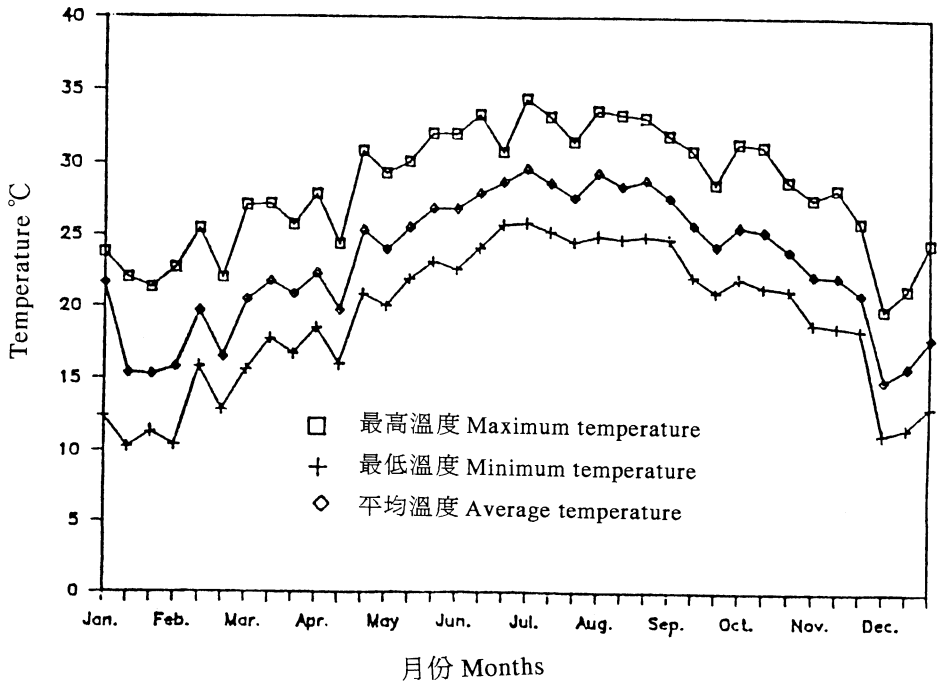
本省中、南部二林、虎尾、義竹、九如11月至翌年3月的平均溫度較溫帶國家為高，介於25℃－14℃之間(圖一)，九如地區介於25℃－17℃之間為最高。義竹地區12月至2月的平均氣溫在20℃－15℃之間。75年1月1日至5月，蘆筍田隧道式塑膠布覆蓋後，一天24小時的平均溫度可大幅提高(圖二、三)，地上60公分增加溫度約5℃、地下30公分增加約6℃。地下15公分增加2-3℃[3]。因為75年度調查時遇寒流，日間陽光較少，棚內溫度僅提昇5℃，反之76年1月調查塑膠布覆蓋後，日間可以提高約10℃，地下15公分處可提高2-10℃。總之覆蓋塑膠布可以提高地上和地下溫度，尤其陽光充足時，氣溫可以大幅度提高達10℃。



□二林Elin ＋虎尾Huwei ◇義竹Ichu △九如Chiuju

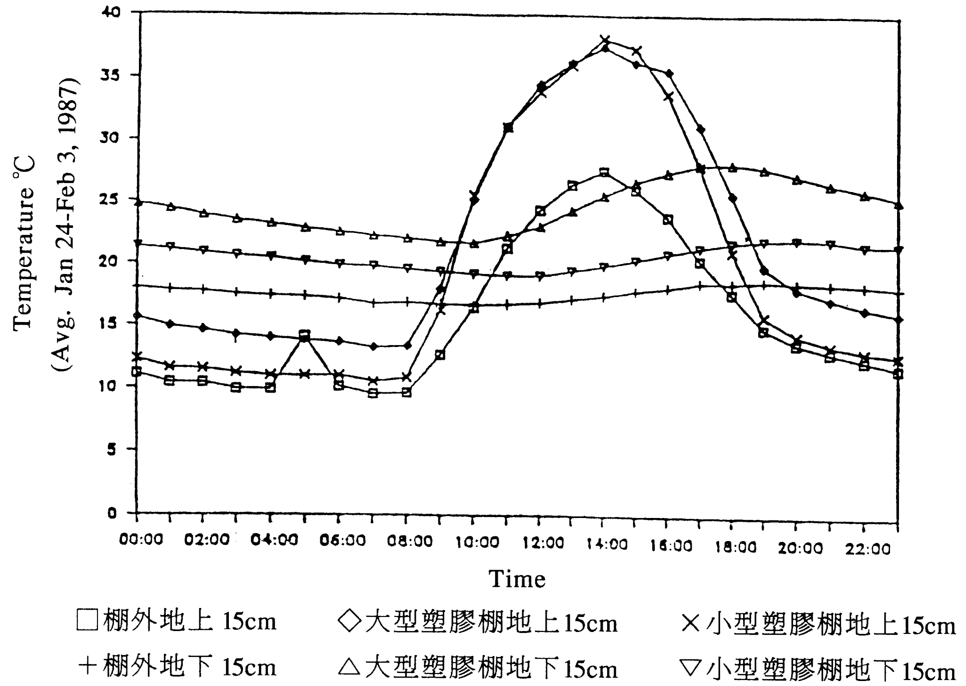
圖一、本省中南部二林、虎尾、義竹、九如四個地區11月至翌年3月的旬平均氣溫

Fig 1. Temperature of weather at Elin, Huwei. Ichu, and Chiuju from November to March.



圖二、1987年蘆筍研究中心之氣溫記錄

Fig 2. The temperature records at Asparagus Research Center in 1987.



圖三、小型和大型隧道式塑膠棚地下和地上15cm處的每天24小時溫度

Fig 3. Temperature records of 15cm above and under groud at open field, large plastic tunnel and small plastic tunnel.

二、留母莖與不留母莖採收方式生產冬季綠蘆筍試驗：

以五年生蘆筍田利用隧道式塑膠布覆蓋並分留母莖與不留母莖兩處，棚外以留母莖爲對照，冬季期間，棚外因氣溫低，嫩莖總產量只有285.25kg/ha (表一)，且嫩莖小又彎曲，因此合格品比率僅55％。反之有塑膠布覆蓋的蘆筍田，不留母莖與留母莖產量分別高達4,773.5～4,542.5kg/ha及1,142.5～1,337kg/ha。合格品以不留母莖處理採收較高達84％[2]。民國76及77年冬季期間隧道式塑膠布覆蓋2-3年生的蘆筍田，總產量介於 1,990-2,540kg/ha之間(表二)，雖採收日數長達64天，但總產量未大幅度提高，可能因受限於根部養分。75年及76年於二林、將軍、九如在三年生以上筍田進行約30天冬季綠蘆筍生產，由於各試區栽培管理上的差異，其產量最高可達4,490kg/ha (表三)，最低2,468kg/ha，但大部份產量在2,500－3,000kg/ha之間。由上述調查結果顯示，隧道式塑膠布覆蓋採收約30天，是合理的冬季綠蘆筍生產日數[3]。

表一　五年齡蘆筍冬季利用塑膠棚生產綠蘆筍情形

Table 1：Yields of 5 years old asparagus plants with plastic tunnel in winter

Size of plastic tunnel	years	With fern: Marketable spear** weight	With fern: Unmarketable spear weight	With fern: Total spear weight	Without fern: Marketable spear** weight	Without fern: Unmarketable spear weight	Without fern: Total spear weight	Mean: With fern	Mean: Without fern	Weight per spear
		kg/ha								g
Large	1980	879	196	1075	4013	782	4795			
	1981	979	231	1210	3898	854	4752	1143	4774	20.18
small	1980	1009	306	1315	3855	513	4368			
	1981	1053	296	1359	4204	312	4717	1337	4543	20.10
C.K.	1980	146	89	262	----	----	----			
(Non-covered)	1981	198	74	309	----	----	----	286	----	11.54

* 73 days of harvesting from Dec. 18, 1979 to Feb. 28, 1980. Dec. 18, 1980 to Feb. 28, 1981.

* 73 Marketable spear：diameter：8mm，length：27cm

表二　二、三年齡蘆筍冬季利用塑膠棚生產綠蘆筍情形

Table 2：Yields of 2 or 3 years old asparagus plants with plastic tunnel in winter

Age of established field(year)	Days of harvest	Date	Marketable spear** weight	Unmarketable spear weight	Total spear weight	Weight per spear
			kg/ha			g
2	64	Dec.10, 1986 -Feb.11, 1987	1636.8	525.8	2162.60	10.32
2	31	Dec.10, 1986 -Jan. 9, 1987	1502.1	488.4	1990.50	18.76
2	27	Jan.16, 1987 -Feb.11, 1987	1859.8	584.4	2444.30	20.18
3	33	Dec.15, 1986 -Jan.16, 1987	1950.6	529.4	2480.10	19.98
3	28	Jan.15, 1987 -Feb.11, 1987	1893.4	473.3	2366.70	20.10
3	42	Jan. 3, 1988 -Feb.13, 1988	1412.3	957,5	2370.02	19.78

*Marketable spear：diameter：8mm，length：27cm

表三　五年齡蘆筍冬季利用塑膠棚生產綠蘆筍情形

Table 3：Yields of 5 years old asparagus plants with plastic tunnel at three locations in Winter

Location	Day of harvest	Total spear weight(kg/ha)
二　林 (Elin)	28	2640
	38	4490
將　軍 (Jiang gium)	27	2460
	33	2676
九　如 (Chiuju)	20	2530

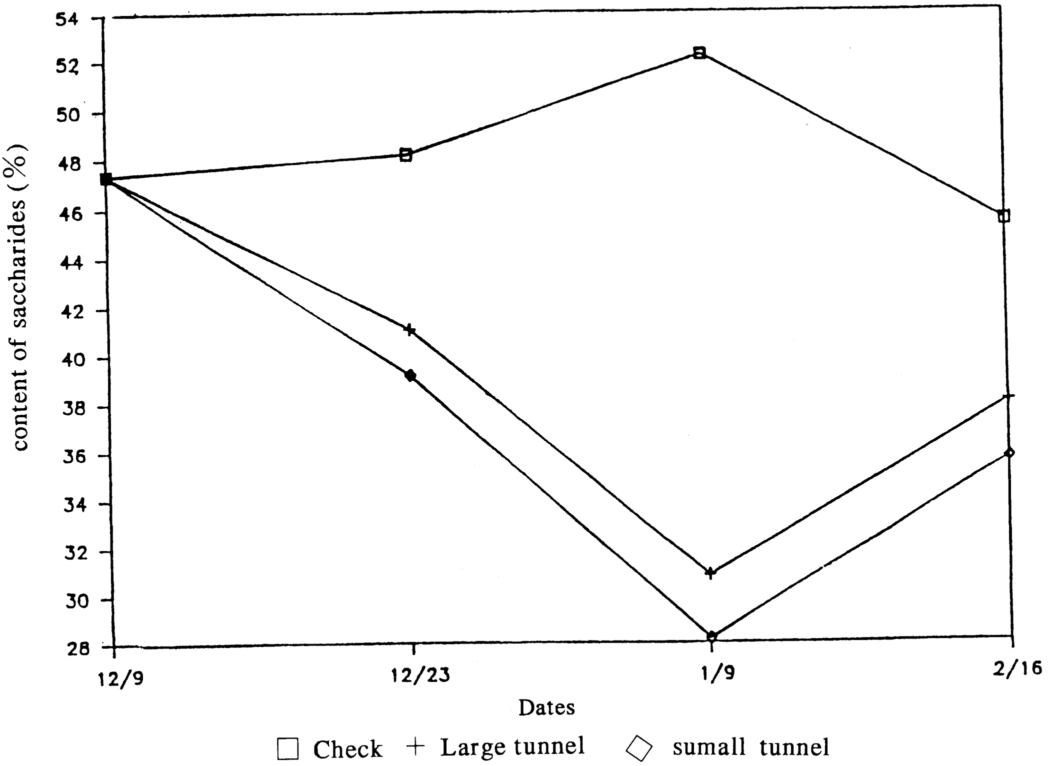
*Spear length：27cm，Date of harvest in 1987－1988.

三、生產冬季綠蘆筍對貯藏根可溶性碳水化合物含量之影響：

冬季綠蘆筍植株貯藏根初期可溶性碳水化合物含量約爲47％(圖四)，經冬季綠蘆筍生產後即急速往下降約至30％左右，停止採收後即慢慢回昇，未經採收之植株溫度回升時，芽體即開始萌發，其內可溶性碳水化合物含量明顯往下降，至地上部植株成熟開始行光合作用時即停止(圖五)。如果冬季採收時期及天數不同則貯藏根內可溶性碳水化合物隨即有所變化，在採收日數64天(採收期Dec.10,1986至Feb.11,1987)的植株，全期貯藏根可溶性碳水化合物含量在介30-40％之間[3]，初期採收31天(採收期Dec.10,1986至Jan.9,1987)的植株，採收期間貯藏根內的可溶性碳水化合物含量下降，停止採收後又上升至2月16日的43.27％。後期採收27天(採收期Jan.16,1987至Feb.11,1987)的植株，未採收前的12月9日及12月23日貯藏根內可溶性碳水化合物含量在47-49％之間。但開始採收嫩莖後下降至1月9日的30.76％，及2月16日的24.02％。反之，不採收的對照區12月9日。12月23日暨1月9日、2月16日，其含量分別爲47.35、48.12、52.14及45.39％，由以上可溶性碳水化合物變化得知，冬季採收期過長可溶性碳水化合物至某一階段即趨於緩慢下降，亦即嫩莖萌發開始受阻，因此可判斷出台灣冬季綠蘆筍，生產期應有其一定合理時間。

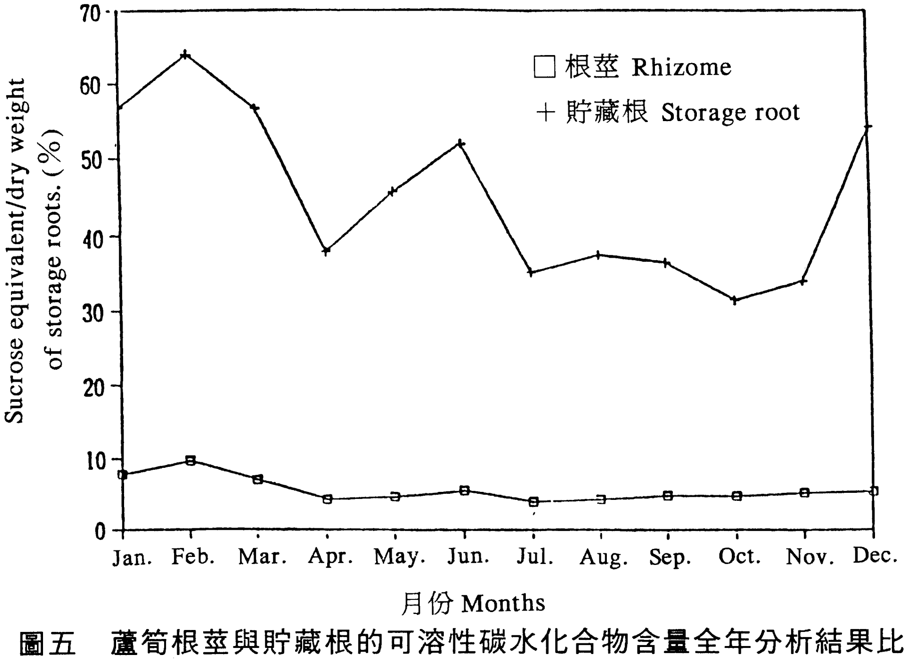
四、生產冬季綠蘆筍對後作春季產量的影響：

採收冬季綠蘆筍的蘆筍田，春季總產量(表四)和合格品產量均較沒有生產冬季綠蘆筍的對照區爲低、支數亦較少，平均單支重亦較輕，另外其春季生育亦較差，母莖較低細小(圖六、七)，因此冬季生產期間不宜過長，避免貯藏根養分消耗過甚，而影響後續春作的產量過甚。



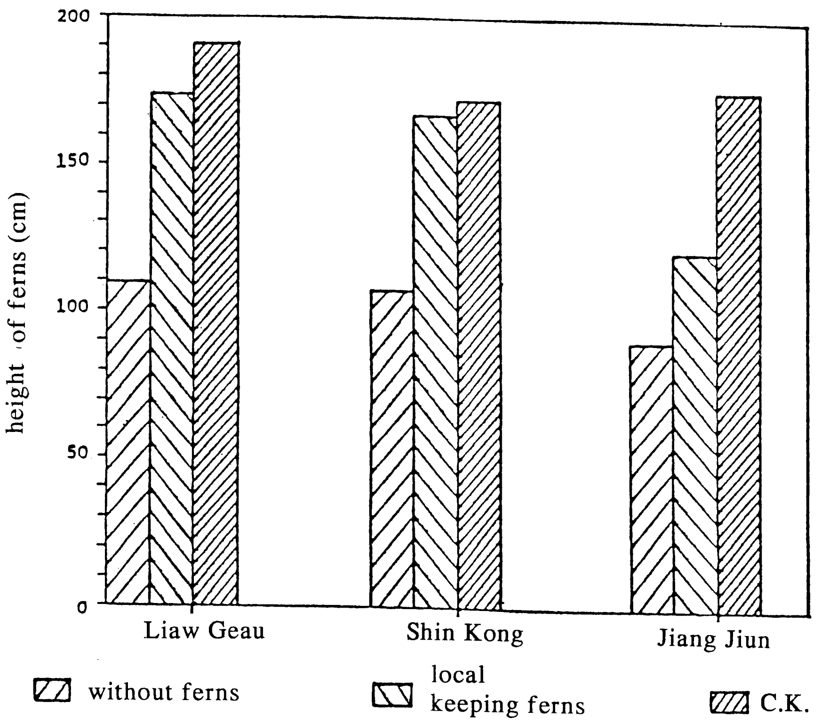
圖四 生產冬季綠蘆筍不同處理之根部含糖變化

Fig 4. Changes of soluble carbohydrates content in rhizome with different plastic tunnel in winter harvest



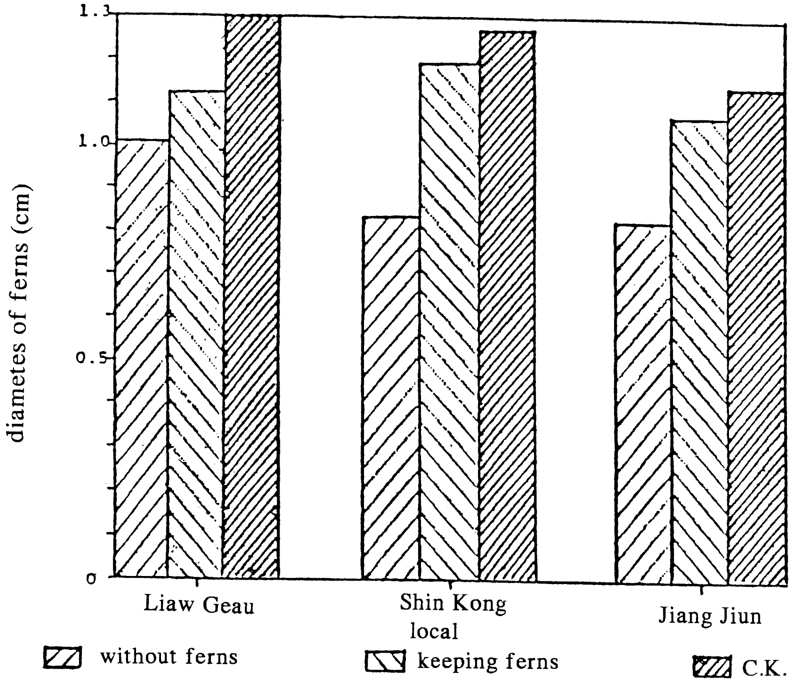
圖五 蘆筍根莖與貯藏根的可溶性碳水化合物含量全年分析結果比較

Fig 5. Monthly changes of soluble carbohydrates in rhizome and storage roots of asparagus plants.



圖六 生產冬季綠蘆筍各試區之春季植株高度

Fig 6. Panlt height of spring fern after winter harvest.



圖七 生產冬季綠蘆筍各試區之春季植株母莖大小

Fig 7. Diameter of spring ferns after winter harvest.

表四 冬季利用塑膠棚生產綠蘆筍對後續春作產量影響
Table 4: Yields of spring after winter harvest

Size of plastic tunnel	years	With fern: Marketable spear** weight	With fern: Unmarketable spear weight	With fern: Total spear weight	Without fern: Marketable spear** weight	Without fern: Unmarketable spear weight	Without fern: Total spear weight	Mean: With fern	Mean: Without fern	Weight per spear
		kg/ha								— g —
Large	1980	3210	891	4104	2631	1018	3652			
	1981	3152	823	3975	2705	984	3709	4308	3681	9.44
Small	1980	3936	1159	5095	1848	1169	3017			
	1981	3320	1023	4343	2170	1087	3257	4719	3137	9.47
C.K.	1980	4513	1001	5513	----	----	----			
(open ferns)	1981	4255	897	5152	----	----	----	5332	----	10.30

*66 days of harvesting from Apr. 11, 1980 to Jun. 15, 1980. Apr. 11, 1981 to Jun. 15, 1981.
**Marketable spear：diameter：8mm，length：17cm

五、隧道式塑膠布覆蓋生產冬季綠蘆筍經濟效益評估：

因為筍田覆蓋膠布後，採收嫩莖日數只有30天左右，因此0.1ha 的塑膠布棚設施材料可以在同一冬季期間至少使用二次，事實上各試驗的前期和後期亦都使用同一套設施。下列的效益分析以同一設施使用二次來計算。

經濟效益評估表(1986)[3]

(1)出售綠蘆筍收入

大型隧道式 443kg/0.2ha × 65元/kg(市價平均)＝28,795元/0.2ha

小型隧道式 484kg/0.2ha × 65元/kg(市價平均)＝31,460元/0.2ha

(2)設施成本：同一設施一年用二次計算，即0.1公頃設施用於0.2公頃/年

a.大型隧道式塑膠棚

鍍鋅鋼管(1/2吋)和加工成型

3,300M × 36.5元/M＝120,450元

120,450元/15年＝8,030元/年

塑膠布(0.15mm PE)

180kg × 58元/kg＝10,440元

10,440元/2年＝5,220元/年

固定塑膠夾及鐵夾(各800個)及雜項配件7,000元

7,000元/5年＝1400元/年

田間施工工資和拆收4,200元

4,200元/次×2次/年＝8,400元/年

合計 23,050元/年

b. 小型隧道式塑膠棚

鐵條(6分，290cm)加鉤

180元/支 × 700支＝12,600元

12,600元/5年＝2,520元/年

塑膠布(寬2.7M × 長200M × 厚0.07mm)

每捲1,500元

1,500元/捲 × 3.5捲＝5,250元

5,250元/2年＝2,625元/年

塑膠繩

15元/個 × 70個＝1,050元

1,050元/1年＝1,050元/年

田間施工工資和拆收2,400元/次

2,400元/次 × 2次/年＝4,800元/年

合計 10,995元/年

(3)田間生產成本

a.採收前管理費400元/工 × 2工/0.1ha × 0.2ha＝1,600元

b.肥料(複合一號2包)

317元/包 × 2包/0.1ha × 0.2ha＝1,268元

c.大型隧道式採收工資

300元/工/0.5ha × 15工(採收期30天，二天收一次)＝1,800元

d.小型隧道式採收工資

採收前管理費 ＋ 肥料費 ＋ 採收工資＝田間生產成本

大型隧道式塑膠棚 1,600元 ＋1,268元 ＋ 1,800元＝4,668元

小型隧道式塑膠棚 1,600元＋1,268元＋3,000元＝5,868元

(4)後續春作減產損失

50kg/0.1ha × 37元/kg × 0.2ha＝3,700元

(5)純收益

出售綠蘆筍收入 － 設施成本 － 田間生產成本 － 後續春季減產＝純收益

大型隧道式塑膠棚

28,795元 － 23,050元 － 4,668元 － 3,700元＝-2,623元/0.2ha＝-1,312元/0.1ha

小型隧道式塑膠棚

31,460元 － 10,995元 － 5,868元 － 3,700元＝10,897元/0.2ha＝5,449元/0.1ha

冬季綠蘆筍生產純收益試驗結果：利用大型隧道式塑膠棚者虧損 1,312元/0.1ha，小型隧道式塑膠棚者獲益5,449元/0.1ha。

結　　論

總之，冬季綠蘆筍促成栽培影響後作春季嫩莖產量約減產20％，且造成植株高度變矮及莖徑變細，惟第二季即可恢復正常生長，尙無跡像顯示影響蘆筍經濟株齡。

就冬季綠蘆筍採收栽培而言，宜採用不留母莖栽培法，採收期以30日最爲適宜，且同一套設施在同年度冬季期間至少可使用2次以上，而達到降低生產成本，提高農民收益之目的。

參 考 文 獻

1.食品工業研究所 1983. 食品分析方法手冊 食品工業研究所編印。

2.陳榮五 1981. 綠蘆筍冬季生產試驗 農發會補助計劃報告(未發表)。

3.顏永福、陳水心 1988. 利用隧道式塑膠棚生產冬季綠蘆筍技術及其效益分析 民國75 －76年度台灣蘆筍試驗研究報告 p.43-56。

4. Brun, R. 1969. Results obtained with plastic mulch on asparagus in the south of France. Pepinieristes, Horticulteur, Maraichers. No.100：6310-6304.

5.Frenz, F. W. and R. Munz. 1968. The influence of plastic covering of asparagus ridges on soil temperature and yield. Acta Hort., in Soc. Hort. Sci No.9：39-45.

6.Matsubars, S. and T. Masuda. 1984. Yield and quality of green asparagus produced by forcing culture. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama university No.64：7-14.

7.Meidner, Hans. 1984. Class experiments in plant physiology. George Accen and Union. London p.118-119.

8.Munz, R. 1970. Covering asparagus with plastic sheats. Gemuse. 6：307-309.

9.Park, S. K. and W. N. Yoon. 1975. Studies on photosynthesis and respiration in relation to growth of *Asparagus officinalis* L. Korenan Soc. Hort. Sci. 16：53- 58.

10.Poll, J. T. K. and ir. C. F. G. Kramer. 1987. Evaluation plastic covering on the earliness of white asparagus in the Neterlands. Asparagus Research Newsletter. Vol.5(2)：35-36.

11.Poll, J. T. K. and G. Van Kruistum. 1988. First experiences in forcing green in comparison to white asparagus. Asparagus Research Newsletter. Vol.6(1)：35-40

12.Poll, J. T. K. and G. Van Kruistum. 1987. Some aspects of asparagus forcing. Asparagus Research Newsletter Vol.6(1)：35-40.

13.Poll, J. T. K. 1990. Effects of low plastic tunnel on earlyness, production and quality of green

asparagus in the Netherland. Asparagus Research Newsletter. Vol.7(2) : 1-4.

14. Robb, A. 1983. Some aspects of the carbohydrate metabolism of asparagus. Proc. Asparagus Grower Short Course, No. 7. Massey Univ., New Zealand. P.16-25.

15. Scott, L. E., J. H. Mitchell, and R. A. Mcginty 1939. Effect of certain treatments on the carbohydrate reserves of asparagus crowns. South Carolina Agri. Exp. Sta. Bull. 321.

16. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrate from plant tissue. Wis. Agri. Exp. Sta. Bull. 41 : 11

17. Wagenvoot, W. A. 1979. Hydroculture for forcing *Asparagus officinalis* L. Gartenbauwissenchaft. 44(6)s : 277-280.

Studies on the production of green asparagus in winter

Yung-Wu Chen, Shoei-Shin Chen

Tainan District Agriucltural Improvement Station

Key words : Green asparagus (*Asparagus officinalis*), the production in winter

Summary

Studies were conducted to evaluate the effect of plastic tunnel on the yield and quality of green asparagus in the winter. Two sizes of plastic tunnel and two cultivation methods (i.e. with and without mother stalk) were used in the experiments. Results indicated that covering of plastic tunnel increase 10℃ and 2-10℃ of air and soil (15cm above and below ground) temperatures, respectively. The yields were 2500-3000 kg/ha and 1000-1300 kg/ha for the cultivation methods without and wtih mother stalk, respectively. The reasonal harvesting period are 30 days because after 30 production cause spear slender or unmarketable and the soluble carbohydrate content in storage roots decrease from 47% to 37%. Yield in the following spring for the field of producing winter green asparagus was less 20% than that were not used.

討　　論

余增廷問：

1.春季綠蘆筍之產量雖受冬季綠蘆筍採收量之影響，但因冬季生產綠蘆筍有供不應求且價格較好等因素存在，因此建議應將研究重點放在冬季綠蘆筍之生產？
2.採收期長，所需人工較多，目前勞工缺乏，且採收後期的品質較差，可將採收期縮短，以生產品質優良的綠蘆筍？
3.小型墜道式的兩旁沒有覆蓋，是否會影響到土溫的上升？

陳榮五答：

1.目前研究重點已往冬季綠蘆筍之生產去進行了。
2.早就推荐農民這麼做，但接受到不高。
3.不會影響土溫上升。

芽菜栽培生產技術

劉政道　林純瑛

鳳山熱帶園藝試驗分所

摘　要

芽菜包括綠豆芽、豌豆苗、黃豆芽及蘿蔔嬰等蔬菜之黃化或綠化幼苗，其中以綠豆芽及豌豆苗最為重要。由於芽菜是一種生長快速、味美、富含營養與老少皆宜之健康蔬菜，在簡單之設施下可週年生產，尤其在夏季高溫多濕或颱風豪雨之環境下，亦可正常生產，因此，極受栽培者與家庭主婦之歡迎，是本省最重要的夏季蔬菜來源之一。

本文述及台灣之芽菜生產概況，研究情形，栽培所面臨之問題，以及未來之展望。

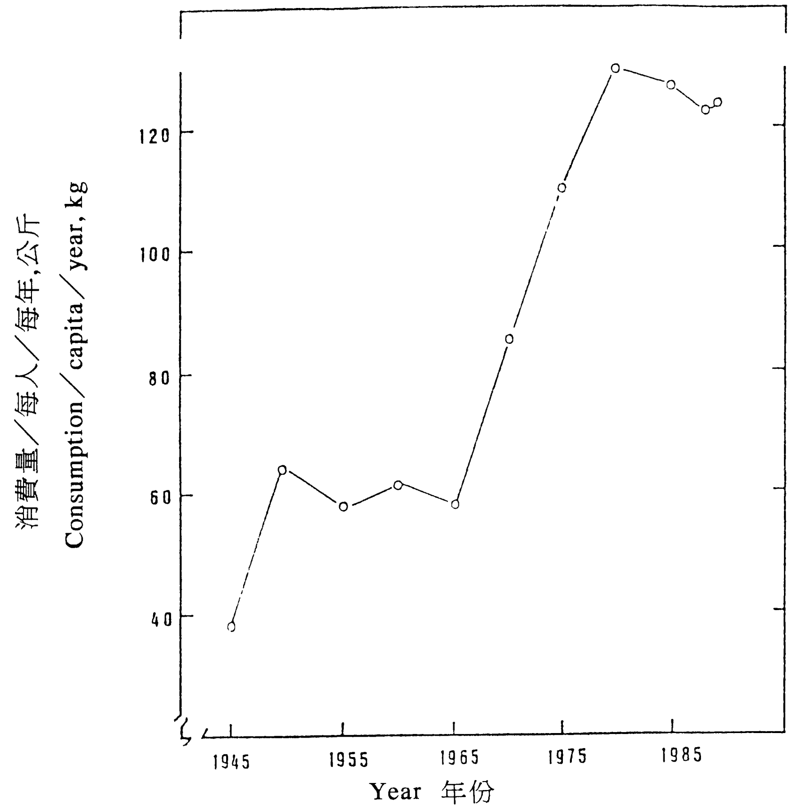
前　言

本省之蔬菜生產於光復初期由於經濟貧困及人口增加之壓力，農政決策單位均致力於糧食增產，以求國人溫飽，因此，蔬菜之栽培種類與國人對蔬菜之消費量均很少，據統計，民國34年國人每人每年之蔬菜消費量僅38公斤，自民國50年起由於經齊逐漸復甦，國人對於蔬菜之需求逐漸增加，平均每人每年之消費量也增至91公斤，自民國60年代以後，本省蔬菜之產業發展十分迅速，近年來更由於經濟快速發展與社會結構轉變，國人對於蔬菜產品的消費與需求更因生活水準的提升而增加，民國78年每人每年之蔬菜消費已高達 124公斤（圖一），為了滿足消費者之需求，蔬菜之生產必須邁向多樣化與產品的精緻化，由於芽菜類蔬菜之生長快速，於簡易設施下可週年生產，在栽培過程中幾乎不使用農藥，清潔衛生，又富含各種營養素，因此，它是一種最好的精緻化健康蔬菜來源之一。本文乃敘述幾種常見的芽菜栽培方法，研究情形，栽培所面臨之問題，以及未來之展望，以為學術研究與生產者應用之參考。

適合培育芽菜之植物種類

芽菜係指自然界中各種植物種子發芽後，其未經綠化或已綠化之幼苗被充當蔬菜利用者，然在自然界諸多之植物種類中，並非每一種植物之種子均適合培育芽菜，就中被認為較適宜者有(1)穀類之小麥、大麥、薏苡。(2)豆類之綠豆、豌豆、大豆、紅豆、米豆、四季豆、豇

豆、苜蓿。(3)葉菜類之蘿蔔、蕹菜、芫荽、萵苣、茼蒿及(4)其他類之蕎麥及芝蔴。



圖一 1945年起1989年訖台灣之蔬菜消費量

Fig 1. Consumption of vegetables in Taiwan, 1945-1989.

芽菜的特點

芽菜雖有不同之種類如綠豆芽、黃豆芽、豌豆苗、蘿蔔嬰或其他芽菜等，但其在栽培、管理或用途上，有其類似之特點，這些包括：

1.芽菜是不沾農藥，可以放心食用的清潔蔬菜。因爲芽菜在培育的過程中，只要有水就可以長大，幾乎不使用任何農藥，是一種既清潔又衛生之無農藥污染的清潔蔬菜。

2.芽菜是營養又便宜的健康蔬菜。由於一些新的醫學報導，使國人對於高蛋白質、高脂肪的飲食導至心臟病血管硬化甚至癌症的警覺增加，也提升蔬菜的重要性，此外，多數國人的體重有超重之現象，在節食之際，多以蔬菜爲主食。而食用健康食物的人，多以避免食用以化學肥料培育、噴灑過除草劑或殺蟲菌劑的蔬菜水果爲主。由於芽菜之生長期間很短，在培育過程中幾乎不施用化學肥料、農藥或殺草劑，且質脆、帶甜味，富含各種氨基酸、礦物質、纖維質及維生素（表一），是一種營養價值很高的健康蔬菜。

3.芽菜是符合大衆口味的蔬菜。由於芽菜係植物之幼苗，大部份含有特殊的成份及香氣，風味絕佳。例如綠豆芽略帶甜味，蘿蔔嬰具有强烈的辛辣味及香氣，無論是生炒或做生菜沙拉，

清爽可口，是一種符合大眾口味的蔬菜。

4.芽菜是最重要的夏季蔬菜來源之一。由於台灣地區地處亞熱帶，夏季高溫多雨，病蟲害容易孳生，蔬菜栽培困難，再加上颱風豪雨爲患，夏季蔬菜更形缺乏。芽菜的栽培期間很短，從播種到採收，僅需4-10天，由於生長快速，又可在室內或設施內栽培，不受颱風豪雨等天然災害之影響，對供應災後所發生之蔬菜缺乏，助益頗大，是最重要的夏季蔬菜來源之一。

5.芽菜是兼具觀賞又富教育性之蔬菜。在輕巧、美麗的容器中培育各種芽菜，放置於餐桌上或餐廳內裝飾，不但可以美化餐廳、增進食慾，而且又可當做蔬菜使用。又由於芽菜類蔬菜之生長極爲迅速，容易栽培，讓兒童自行動手培育，觀察種子之吸水、發芽以及生長之變化過程，是兒童認識自然奧秘的方法之一。

表一　幾種芽菜與蕹菜、蘆筍營養成份比較

Table 1. In comparison of nutrition contents of sprout vegetables with water convolvulus and asparagus

項　　目	綠豆芽	黃豆芽	蘿蔔嬰	蕹 菜	蘆 筍
一般成份 g/100g					
水　份	91.0	86.1	93.2	91.8	93.0
蛋白質	2.5	6.2	2.2	2.3	2.2
脂　肪	0.15	1.4	1.1	0.7	0.2
灰　份	0.32	0.8	0.5	1.0	0.7
醣	3.18	5.3	2.6	2.1	3.9
纖　維	0.70	0.8	0.4	0.9	0.7
礦物質 mg/100g					
鈣	31	48	61.5	94	21
磷	123	67	-	36	62
鐵	2.0	1.0	1.10	1.4	0.9
鎂	-	-	32.2	-	-
維生素 IU , mg/100g					
A	20	180	1030	200	1000
B_1	0.07	0.23	-	0.07	0.16
B_2	0.09	0.2	-	0.20	0.19
C	15	13	55	43	33
E	-	-	2.0	-	-
菸　酸	0.5	0.8	-	0.3	1.4
色　素 mg/100					
胡蘿蔔素	-	-	1.95	-	-
黃 綠 素	-	-	49.50	-	-

幾種重要芽菜之培育

作物之栽培方式往往因作物種類之不同而異，芽菜之培育亦不例外，一般做爲蔬菜用之芽菜係指在自然界中某些植物之種子以人工經過浸種、催芽、暗室生長甚或經過綠化後之白化或綠化幼苗而言，各種芽菜之培育過程雖然大致相似，然其浸種、催芽、暗室生長及綠化等過程所須的時間與溫度則因芽菜類別之不同而異（表二）。

表二　各種芽菜之培育流程

Table 2. Procedures of sprout vegetables culture

芽菜別 Name of sprout vegetables	消毒 Sterilization		浸種 Seed soaking		催芽 Germination acceleration		暗室生長 Dark room growth		綠化 Greenization		芽菜標準長度 Standard length
	時間 Time	溫度 Temp.	時間 Time	溫度 Temp.	時間 Time	溫度 Temp.	時間 Time	溫度 Temp.	時間 Time	溫度 Temp.	
綠豆			6小時		24小時	30℃	3-5日	28-30℃	-		5-6 公分
大豆			30 分		24小時	30℃	3-5日	28-30℃	-		5-6 公分
豌豆			2-3小時	20-25℃	24小時	20℃	5-7日	20-25℃	1-2日		12-15 公分
蕹菜	5分	80℃	16小時		12小時	30℃	3-5日	20-25℃	1-2日	25-30℃	12-15 公分
苜蓿			16小時		24小時	20℃	7-9日	20-25℃	-		4-5 公分
蘿蔔			3-5小時		48小時	22℃	1-2日	20-25℃	3-4日		10-12 公分
米豆			30 分		12小時	30℃	3-5日	20-25℃	-		5-6 公分
小麥			12小時		48小時	20℃	5-7日	20-25℃	1-2日		15-17 公分
花豆			2-3小時		6小時	30℃	3-5日	20-25℃	-		5-7 公分
大麥			12小時		48小時	20℃	5-7日	20-25℃	1-2日		15-17 公分
蕎麥			16小時		48小時	20℃	4-5日	20-25℃	1-2日		5-7 公分

(高德錚, 1989)

綠豆芽、黃豆芽及豌豆苗是本省最主要之芽菜類，蘿蔔嬰、小麥芽或薏苡芽等芽菜則較少，由於綠豆芽與黃豆芽之培育條件、方法與用途大致相似，而其它芽菜類較少，因此，本文僅敘述綠豆芽、豌豆苗與蘿蔔嬰等芽菜之培育，以供業者應用與學術研究之參考。

一、綠豆芽之培育

綠豆芽是台灣地區最重要的芽菜，係綠豆種子經浸水後，於暗室中發芽、成長之未經綠化之白化幼苗（圖二）。綠豆芽用途廣泛，適合清炒、煮湯、涼拌沙拉或製罐加工，而西洋人則喜作雜碎或雜炒以供食用。

1.市售綠豆芽之種類

由於綠豆芽之採收處理方式略有差異，因此，市售綠豆芽之名稱與種類亦略有不同，大

致可分為三類：

(1)濕芽：又稱長芽，係豆芽販賣前經水洗去豆殼及漂白之豆芽。此類豆芽潔白美觀，但品質較差，易老化及不耐儲藏。

(2)乾芽：又稱短芽，係豆芽販賣以前以電風扇吹去豆殼，不經水洗漂白之豆芽，此種豆芽在外觀上雖較不潔白，但由於胚軸較短，青脆可口，品質優良，耐儲藏等優點，極受消費者歡迎。

(3)銀芽：係一種除去子葉、彎鉤及根部，只留下胚軸莖段部份之綠豆芽，市售較不普遍（林學正等，1990）。

2.綠豆芽的品質

一般正常之綠豆芽係在黑暗狀態下，不加任何壓力或處理所孵育出來的，因此，其下胚軸瘦長柔韌，根系長且側根多，外觀和品質均難符合市場之需求。而品質優良之綠豆芽須具根短、莖（下胚軸）粗且質脆等條件，方為消費者所接受，因此，目前市面上銷售之綠豆芽品質標準為(1)下胚軸直徑大於3mm以上，均勻一致。(2)下胚軸長度在5-7cm左右。(3)根之長度愈短愈好及(4)質脆（陳秀珠，1984）。

3.適宜培育綠豆芽之綠豆品種

在本省由於綠豆之產量低，及栽培綠豆所需之人工昂貴，因此，省產的綠豆很少，供以培育芽菜之綠豆大多仰賴進口，泰國、印度及中東地區是綠豆的主要來源，在進口的綠豆中可以分為粉綠品種與油綠品種兩大類，一般粉綠品種之特點為發芽快速整齊，且胚莖銀白不易變色，外觀較佳，但生食略帶腥味，而油綠品種所培育的芽菜胚莖生食口味佳，無腥味，但子葉易著色，外觀略遜粉綠品種為其缺點（林學正等，1990）。

4.綠豆芽之生產方法

(1)傳統的栽培方式

傳統的培育方式（圖三）係先利用水的流動將綠豆種子以水洗選種方法將不良的種子分離後，將飽滿的種子於20-28℃的溫度下施行浸種4-8小時，經浸種的種子隨後置於容器中（如籮筐、缸、木桶或塑膠桶）並於30℃的溫度下進行催芽24小時，然後覆蓋草蓆或稻草、麻袋或其它覆蓋物等於28-30℃的暗室中培育3-5日，生育期間，每隔3小時以人工取水澆灌一次，以促進發芽生長，並於採收前以水洗方法漂白及去殼或以電風扇吹去豆殼以生產美觀潔白之綠豆芽（圖四），此種工作非常辛苦。

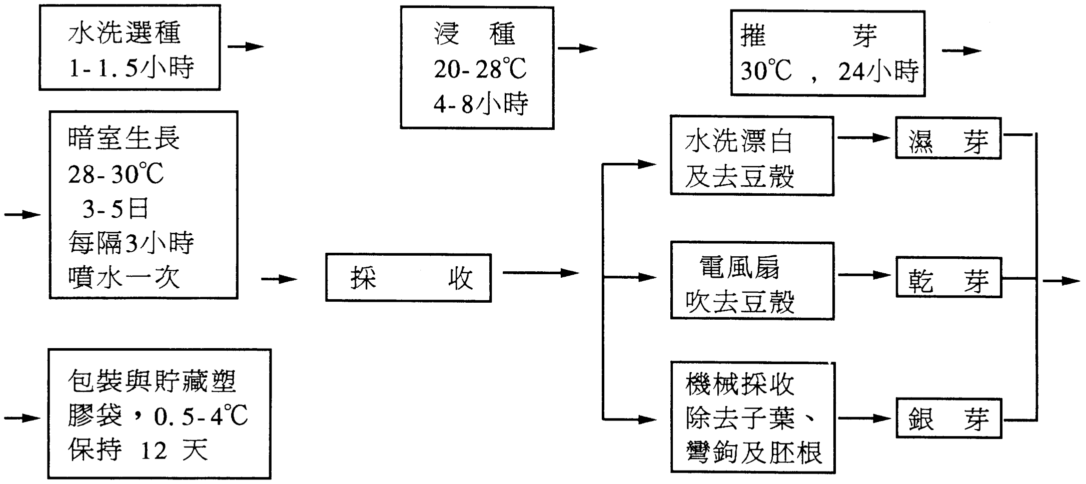
(2)大規模之企業化栽培

為改善傳統式栽培之缺陷，近年來，綠豆芽之生產已演變成大規模之企業化栽培，以大規模之培育室代替瓷缸或木桶來盛裝發芽種子，其構造是在一間大培育室中，設有並排之6-7間小培育室，小培育室約2-3m，底部鋪設木條或穿有小孔之不鏽鋼板，以利排水及防止豆芽流失、灌水及出貨均為自動化，定時灌水及輸送帶運送。每間小培育室之下種時間不同，每天下種一間，輪流每天出貨。

5.綠豆芽品質改進之方法

優良品質之綠豆芽須具根短、莖（下胚軸）粗，質脆等特點。在綠豆芽之培育過程中給與適當之物理或化學處理，可以達到此目的，較常見的處理方法有下列幾種。

(1)物理加壓處理：



圖四. 不同綠豆芽的生長流程

Fig. 4. Procedures of different mungbean sprout production.

使綠豆芽之下胚軸變短、變粗、根部大爲縮短，並且彎鉤直徑加粗，此乃由於加壓可以引發綠豆芽產生較多的乙烯，造成芽菜細胞的橫向擴大及阻止細胞縱向伸長之故。在 400g/50cm^2 壓力處理下（表三），所得之豆芽下胚軸最短（林瑞松，1976；張喜寧與林瑞松，1977）。

(2)燃燒煤油、瓦斯或敬神的香

證明會使綠豆芽之根縮短及使下胚軸增粗之效果，此與乙烯處理之效果相類似（張喜寧，1984）。

表三　不同物理加壓對白化三天綠豆芽生產之影響

Table 3. The effect of different physical pressure on the growth of 3-day-old etiolated mungbean sprouts.

測量項目 Measurement / 處理 Treatment	上胚軸長度 Hypocotyl length (cm)	上胚軸直徑 Hypocotyl diameter (cm)	根長 Root length (cm)	彎鉤直徑 Sub-hook diameter (cm)	鮮重 Fresh weight (g/150 pts)	乾重 Dry weight (g/150 pts)
CK	4.55	0.23	3.78	0.16	63.0	6.9
100g/50cm	4.27	0.25	3.57	0.18	62.4	6.7
200g	4.01	0.26	3.27	0.18	59.8	6.4
300g	348	0.31	3.01	0.19	59.2	6.2
400g	295	0.33	2.74	0.20	51.5	5.7

(張喜寧與林瑞松, 1977)

(3)Ethephon：

經Ethephon處理之綠豆芽其下胚軸會變短、變粗、根部也顯著縮短，彎鉤直徑也加粗，此乃Ethephon處理後導致釋放產生乙烯之故，在20ppm Ethephon處理（表四）可得下胚軸最短，直徑最粗且根最短之綠豆芽（王銘琪，1975；張喜寧與林瑞松，1977；洪登村，1978；1980）。

表四 不同 Ethephon 濃度對白化三天綠豆芽生長之影響

Table 4. The effect of different concentration of Ethephon on the growth of 3-day-old etiolated mungbean sprouts.

測量 項目 Measurement / 處理 Treatment	上胚軸 長度 Hypocotyl length (cm)	上胚軸 直徑 Hypocotyl diameter (cm)	根長 Root length (cm)	彎鉤 直徑 Sub-hook diameter (cm)	鮮重 Fresh weight (g/150 pts)	乾重 Dry weight (g/150 pts)
CK	4.55	0.23	3.78	0.16	63.0	6.90
2.5 ppm	4.30	0.25	3.70	0.17	60.5	6.70
5 ppm	4.05	0.27	3.51	0.18	58.6	6.40
10 ppm	3.53	0.28	3.15	0.19	54.2	6.10
20 ppm	2.84	0.30	2.50	0.20	50.2	5.70

(張喜寧與林瑞松, 1977)

(4)2,4-D：

2,4-D處理可誘發綠豆芽之乙烯產生，進而抑制下胚軸之縱向生長，促進橫向生長，且抑制根之增長與側根產生，在25±2℃溫度與每隔3個小時灌水一次，其適量濃度2,4-D爲20-50ppm。處理時間以下種後24小時以較低濃度噴灑，60小時後再以較高濃度噴灑，可以生產根部極短，且莖粗、質脆的豆芽，但因2,4-D是一種人工合成的Auxin類藥劑，主作爲殺草劑，如用於豆芽生產可能影響人體健康，因此，建議最好尋求其他較安全的生產方法以代替2,4-D（洪登村，1978；林瑞松，1978；洪登村與彭昌祐，1978；柯立祥等，1983；張喜寧，1980，1984）。

(5)乙烯（C_2H_4）處理：

是安全豆芽生產之方法，在綠豆種子浸種33小時以後，直接施放乙烯氣體到豆芽培育糟中（機械化自動澆水者），使隨時保持2-3ppm的乙烯濃度，則可生產比2,4-D處理更粗壯又美觀的豆芽來。惟此種豆芽根部不會短於5公分，但因芽體粗壯又質脆，故洗芽去殼時，用洗芽機一打根部極易斷離而成無根豆芽（張喜寧，1984；陳秀珠，1984），利用乙烯處理之優點是安全可靠，其缺點則爲乙烯僅中油公司有售，一般人不易取得，

且濃度控制不當時，影響豆芽品質，重者有引起爆炸危險。

(6)Ethrel處理：

以Ethrel（2- chloroethyl phosphonic acid）10ppm處理，可使綠豆芽下胚軸之皮層細胞擴大，而且也可提高蛋白質的含量（表五），生產出芽體豐滿肥大及品質清脆之綠豆芽，具有商業利用價值且無藥劑殘餘量對人體健康可謂無虞（林瑞松，1976，1978；張喜寧，1986，1989）。

表五　綠豆芽經Ethrel處理後之蛋白質含量

Table 5. The protein content of mungbean sprouts treated with Ethrel.

處理 / 項目	CK	2.5 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
每百克鮮重含有量(g)	2.23	2.35	2.45*	2.60**	2.68**
百分比 %	100	105	110	116	120

L.S.D. at 5% = 0.27, 1% = 0.33

(林瑞松，1978)

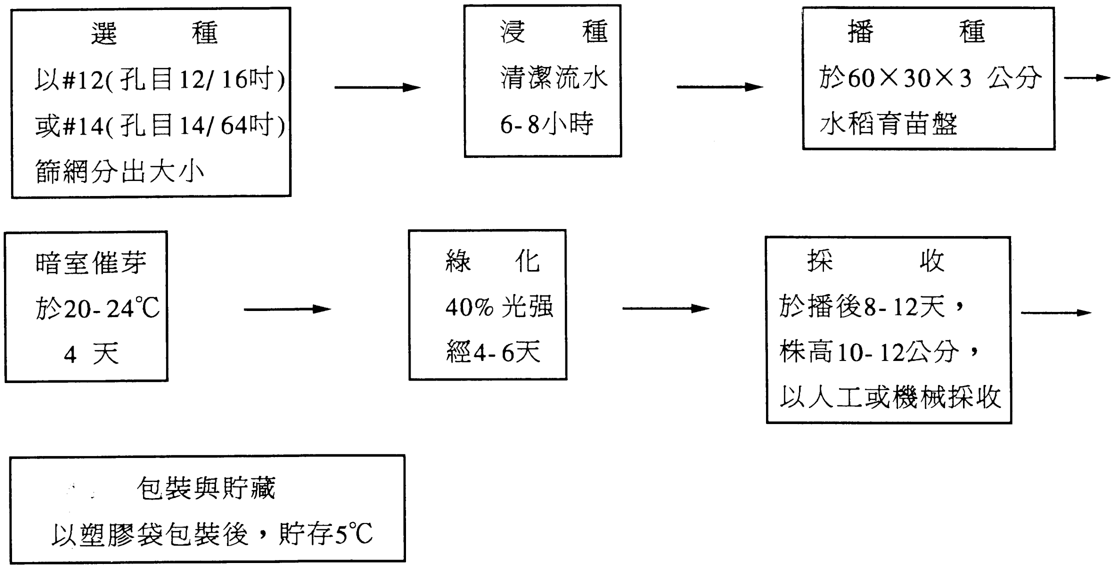
(7)BA (Benzyladenine)處理：

以20-100uM BA溶液處理，可以使綠豆芽之下胚軸橫向擴大，且有莖粗及短根之效果，但高濃度的BA(20uM以上)會造成下彎鉤處嚴重水漬現象，此與鈣離子具某種生理上的關係，Helms和Myers (1972,1973) 發現Ca^{2+}可防止豆芽的崩解（Collapse）和水漬（translucency），且對下胚軸之伸長具些許的促進作用，然BA係人工合作之生長素，其於綠豆芽生產之實際應用上，殘餘效應及施用濃度均需慮及人體健康之影響，故實用上並非理想之改善豆芽品質的方法（陳秀珠，1984）。

二、豌豆芽菜（豌豆苗）之栽培

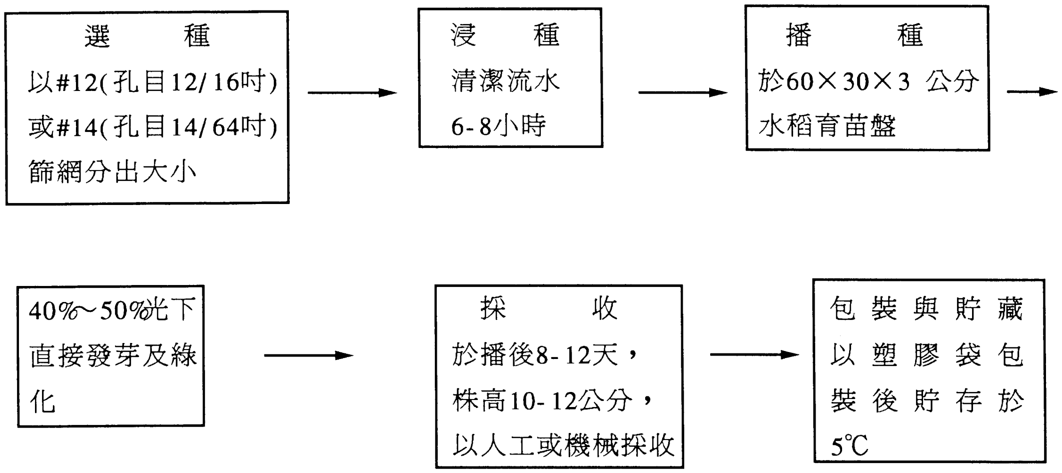
綠色豌豆芽菜係以豌豆種子經浸水、發芽成長及綠化過程後被利用做爲蔬菜之豌豆幼苗（圖五）。由於豌豆苗之生長快速、味美、富含蛋白質、礦物質及各種維生素，在栽培過程中只要供應足夠的水份便可生長，幾乎不施用農藥，因此，它是一種老少皆宜之健康蔬菜，極受栽培者與家庭主婦之歡迎，又其在簡單之設施中，可以週年生產，尤其在夏季於簡單的設施中栽培，不受颱風豪雨侵襲，是故它也是本省最重要的夏季蔬菜來源之一。

由於本省之豌豆種子生產有限再加上昂貴之生產工資，省產的豌豆種子無法被利用來培育豌豆苗，爲了降低生產成本，目前業者大多使用由澳洲進口食品級之褐色豌豆種子（Australian Dundale Pea）爲材料進行培育豌豆苗（圖六），其培育之程序可分爲經過暗室催芽（圖七）與直接發芽及綠化（圖八）兩種，詳細之栽培過程爲：



圖七 豌豆苗經暗室催芽之生長流程

Fig. 7. Procedures of greenized pea sprout culture via acceleration of seed germination at 20-24℃ in darkroom.



圖八. 豌豆苗直接綠化之生長流程

Fig. 8. Procedures of greenized pea sprout culture via directed greenization.

1.種子：

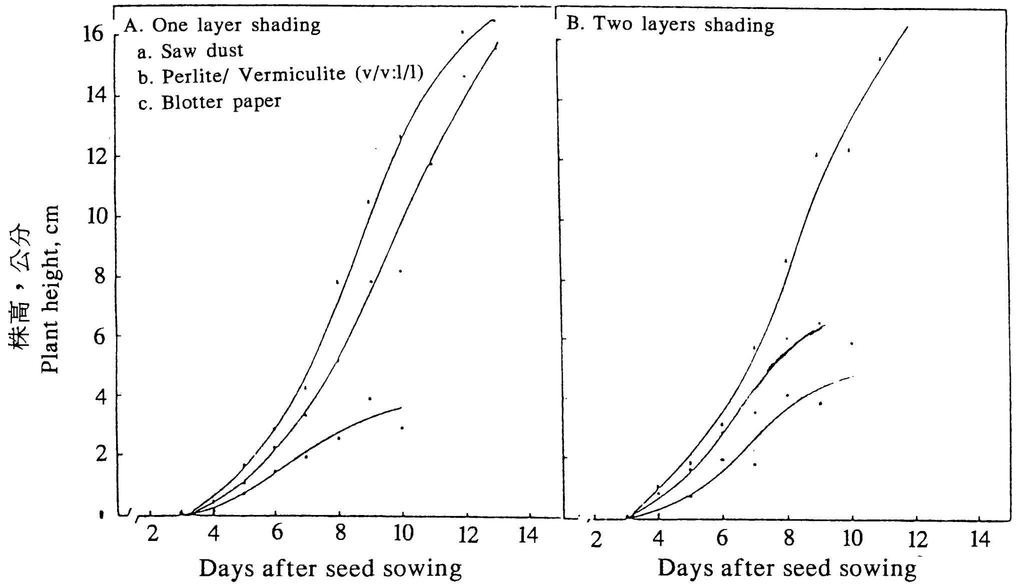
宜先以#12（孔目12/64吋）或#14（孔目14/64吋）之網篩篩選，採用粒大而飽滿及發芽率高者爲佳。

2.浸種：

爲促使種子發芽快速整齊，通常於播種前將豌豆種子用清水沖洗後，以慢速流動水浸種6-8小時，必要時於浸種後用0.5%次氯酸鈣浸泡30分鐘（何偉眞等，1989，1990；王小華，1991）。

3.播種：

種子經浸種後，隨即播種在60×30×3公分大小之水稻育苗盤內，每盤種子之播種量以400公克爲宜，由於豌豆種子之表面積以及適宜採收之幼苗均比其他芽菜類大，爲了促使種子之發芽與幼苗之生育獲致充足之水份供應，在培育豌豆的容器中適度的鋪上一層栽培介質是有益的，培育豌豆苗理想介質應具備的條件應爲(1)價廉。(2)容易取用。(3)不含有害成份。(4)不帶病蟲。(5)可供應適當的水份與空氣供應種子發芽生長及(6)用後容易處理，不造成環境污染。根據鳳山熱帶園藝試驗分所比較不同栽培介質對豌豆苗生長之影響結果顯示，鋸木屑與碎稻殼對豌豆苗之生長與發育效果最好，其與蛭石、不織布及吸水紙均有明顯之差異存在（圖九），無論株高，可食部分長度、株重，可食部分重都比其他介質長且重，種子播種第七天爲最適採收期，第八天以後可食部分有明顯減少之趨勢，如以一層遮蔭及兩層遮蔭比較，豌豆苗在二層遮蔭下，其株高，可食部分長度、株重、可食部分重，一層遮蔭之效果似有較佳之趨勢（劉政道，林純瑛，1990）。



圖九　不同栽培介質與遮陰對豌豆苗生長之影響

Fig. 9. Effect of cultrue medium and shading on growth of greenized pea sprout.

4.暗室催芽與綠化：

爲促使種子發芽快速整齊，有些業者於播種後將育苗盤置於設有鐵架間隔，溫度維持在

20-24℃之暗室中進行催芽，催芽期間隨時加濕或視需要澆水，以使種子保持濕潤而發芽整齊。經4天暗期培育後（圖十），將已萌芽生長之白化幼苗移至一層遮陰網下（約40-50%光強）進行綠化培育，綠化期間因季節與溫度之不同而異，一般綠化培育4-6天後即可採收。但有些業者在培育的過程中，並不經過暗室催芽階段，於種子播種後，直接置於栽培場內定時澆水，讓發芽之幼苗直接進行綠化。

5.採收、包裝與貯藏：

一般催芽後之白化幼苗經4-6天之綠化培育或於播種後直接進行綠化之豌豆苗於播種後8-12天，苗高約10-12公分左右是適宜的採收期，此時，可用人工或機械採收（圖十一），採收後之豌豆苗可以放置於大型的塑膠籃或塑膠袋分裝後置於5-10℃的冷藏庫中保存，但由於豌豆苗採收後很容易失去水分而老化，纖維快速增加，降低商品價值及食用品質，因此，於採收後以儘快運送至市場銷售爲宜。

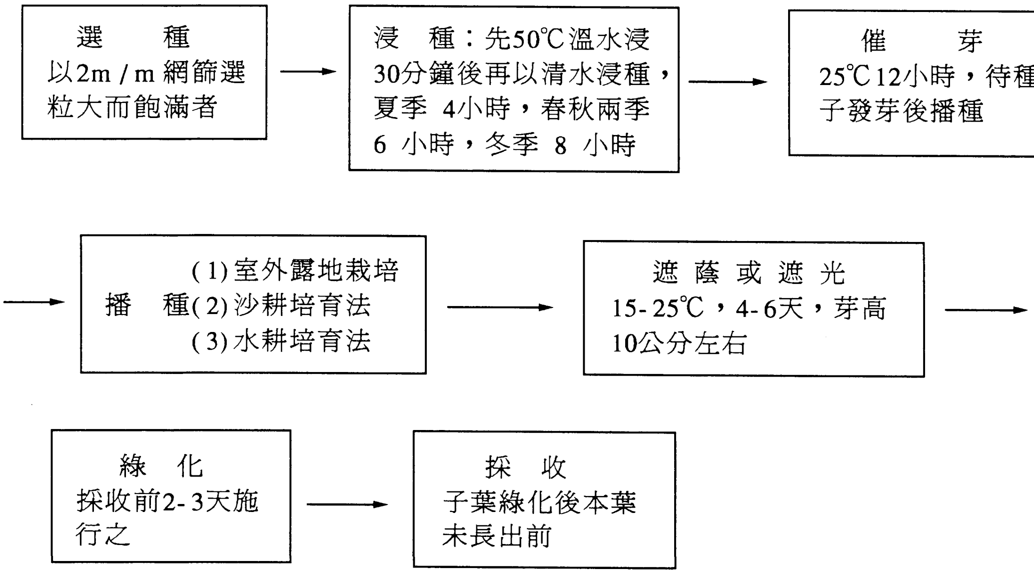
三、蘿蔔嬰之栽培

蘿蔔嬰（圖十二）是讓蘿蔔的種子發芽，吃它的幼嫩胚莖和兩片子葉，由於蘿蔔嬰具有特殊的辛辣味及香氣，且含有豐富的維他命A、B_1、B_2、C、E及鐵、鈣、鉀、磷等礦物質，以及多量的澱粉分解酶和纖維素，是一種營養價值很高的健康蔬菜。蘿蔔嬰的用途廣泛，適合調拌沙拉或做冷盤配料，涼拌食品、生魚片、三明治或漢堡夾食以及做湯類配料，在歐美及日本極受消費者歡迎，在本省，由於對蘿蔔嬰認識尚未普遍，故栽培與銷售仍屬有限（嚴新富，1984）。

蘿蔔嬰之栽培方式與綠色豌豆芽菜之栽培過程大致雷同（圖十三），在播種前，種子宜先以孔隙2mm以上之網篩篩選種子，除去小的及不良者，選用粒大而飽滿發芽率高者爲材料，隨後種子行浸種處理，將篩選所獲之飽滿種子以清水清洗數次後，再以50℃之溫水浸種30分鐘，撈起後再以清水浸種，浸種時間依氣溫及季節之不同而異，一般夏季爲4小時，春、秋兩季爲6小時，冬季氣溫較低，約須8小時，種子經浸種後撈起並置於25℃暗室中12小時進行催芽，以促使種子發芽快速整齊。種子經浸種或催芽後即播種在60×30×3公分大小之水稻育苗盤或其它之容器甚或水耕栽培床均可，栽培介質雖可使用田土或河沙，但爲保持產品清潔與衛生，栽培介質仍以日製黃色海棉（厚度1.03公分）或省產白色海棉（厚度0.97公分）爲宜，種子播種時，可使用條播或撒播，如採用條播時，播種量以870cc/m^2爲宜，如係採用撒播時，則播種量以1,160cc/m^2爲適（彭德昌與嚴新富，1985；彭德昌，1987）。

種子播種後，置於有遮蔭或遮光的設施中，溫度維持在15-25℃爲宜，並經常注意澆水或以定時器定時控制噴水，以保持種子或發芽幼苗之適度濕潤，約經4-6天至幼苗達到高約10公分左右進行綠化，綠化初期將遮光設施略爲掀開或增加其透光度，綠化時，應避免陽光直射或風雨直接侵襲幼苗，如此經過2天左右，子葉完全展開變綠時即可採收供應市場銷售。

採收方法依栽培方式與栽培介質不同而異，如採露地栽培或沙耕者，可以全株拔取採收或利用工具剪取，並以清水清洗，以提高品質，增加美觀，如係水耕栽培者，可依包裝容器之大小剪取或連同海綿或不織布一併出售。



圖十三　蘿蔔嬰之栽培流程

Fig. 13. Procedures of radish sprout culture.

芽菜生產所面臨的問題

本省芽菜生產所面臨的問題爲：

1.種子來源：

目前本省最大宗之芽菜生產包括綠豆芽、黃豆芽與豌豆苗之種子大多數由國外進口，很難掌握種子來源，且成本偏高。

2.病害問題：

在芽菜生產過程中，很容易發生種子本身帶來或栽培過程中感染之病害，如蘿蔔嬰之根腐病與莖腐病，豌豆苗之幼苗腐敗病，及綠豆芽胚軸腐爛等，造成嚴重的損失。

3.芽菜收穫物的貯存保鮮問題：

多數的芽菜不易貯存保鮮諸如豌豆苗、蘿蔔嬰於收獲後極易失水而發生老化或綠豆芽之根部易褐變，胚軸腐爛或變軟出水等而失去商品價值。

4.生產成本昂貴：

傳統式之芽菜生產均以人工播種，澆水及採收等，成本較爲昂貴，目前雖有部份已進入企業化栽培，但仍未完全達到自動化。

可行之改善途徑

本省芽菜生產可行之改善途徑爲：

1.加强選育適合本省氣候環境之芽菜生產專用品種及採種技術諸如選育適合培育綠豆芽、黃豆芽、豌豆苗及蘿蔔嬰等之綠豆、大豆、豌豆或蘿蔔新品種並採收種子，以期自給自足。
2.研擬有效之芽菜生產病害預防對策，減少病害損失。
3.加强芽菜貯藏與保鮮之研究，確保芽菜品質，減少貯運損失。
4.發展一貫作業全自動化之芽菜植物工廠（圖十四），增加生產力及降低生產成本，以生產高品質之精緻化芽菜。

參考文獻

王小華 1991 豌豆芽菜生產特性之研究 國立中興大學園藝學研究所碩士論文 94PP。

王銘琪 1975 Ethephon對綠豆芽生長發育之影響 國立台灣大學園藝學系學士論文 19PP。

何偉眞、黃泮宮、林正雄 1989 豌豆芽菜生產技術之探討 設施園藝研習會專集P.218-225鳳山熱帶園藝試驗分所編印。

何偉眞、黃泮宮、林正雄 1990 芽菜生產之研究 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告。P.416-425 鳳山熱帶園藝試驗分所編印。

林瑞松 1976 加壓及Ethrel處理對綠豆芽生長與發育之影響 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 69PP。

林瑞松 1978 綠豆芽施用植物賀爾蒙生產之研究 中華農業研究 27(3):223-227。

林學正、鄭榮瑞、王昭月、陳萬福 1990 植物工廠生產銀芽之研究 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 鳳山熱帶園藝試驗分所編印 第176-183頁。

林學正、潘文祥、鄭榮瑞 1990 芽菜生產之研究 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 鳳山熱帶園藝試驗分所編印 第410-415頁。

洪登村 1978 2,4-D與Ethophon 對綠豆芽品質改進之研究 國立中興大學園藝學研究所碩士論文 69PP。

洪登村 1980 Ethophon對綠豆芽生長之影響 中國園藝 26(2,3):98-105。

洪登村、彭昌祐 1978 2,4-D對綠豆芽生長之影響 農林學報 27:203-211。

柯立祥、張喜寧、俞永標 1983 內生乙烯與二氧化碳對2,4-D處理綠豆芽生長之影響 中華農學會報 新122：72-78。

張喜寧 1980 綠豆芽生產之研究（II） 台灣常用處理綠豆芽之「賀爾蒙」藥劑成分及其殘餘效應 中國園藝 26(1):11-17。

張喜寧 1984 高品質豆芽生產法 啓農雜誌 10:29-30。

張喜寧 1986 新種類芽菜之短根培育法 中國園藝 32(1):54-60。

張喜寧 1989 鈣化物與益收生長素對綠豆芽生長之影響 中國園藝 35(3):175-182。

張喜寧、林瑞松 1977 綠豆芽生長之研究(一)物理加壓生產綠豆芽之生理研究 中國園藝 23(3):129-134。

陳秀珠　1984 植物生長素對綠豆芽生長發育的影響　國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 96PP。

高德錚　1989 芽菜栽培法　豐年叢書HV#893，設施園藝技術　第204-213頁。

彭德昌　1987 蘿蔔嬰栽培管理　農藥世界　50:72-75。

彭德昌、嚴新富 1985 蘿蔔嬰培育試驗　夏季蔬菜生產改進研討會專輯　P.213-222　台灣省桃園區農業改良場編印。

劉政道、林純瑛 1990 栽培介質對豌豆苗生長之影響(論文宣讀摘要#22)中國園藝　36(4)：304。

嚴新富　1984 蘿蔔嬰　農業周刊　10(33):16-17。

Helms,K. and L. F. Myers 1972 Response of bean sprouts (*phaseolus aureus* L. and *Vigna sinensis* Endl.) to calcium. Thai J. Agr. Sci. 5:15-21。

Helms, K. and L.F. Myers. 1973 Ethylene in relation to growth of bean sprouts (*Phaseolus aureus* L.) Thai. J. Agr. Sci. 6:293-302。

Production and Cultural Practices of Sprout Vegetables

Tsung-dao Liou and Chwen-ing Lin

Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station , TARI

Summary

Sprout vegetables are an important vegetable source for all levels of income in Taiwan due to their nutritions and tasteful. They include either etiolated or unetiolated young seedlings of mungbean, pea, soybean and radish. Among them, etiolated mungbean sprout and greenized pea sprout are recognized the most important one. They can be grown easily year round by simple protected facility owing to their rapid in growth rate. Moreover, their production are not limited under hot and humid summer season, in particular during typhoon and heavy rain condition. Therefore, they are very important summer vegetable source in Taiwan, They are also very welcome by the growers and housewives.

The present paper is a review on sprout vegetables production, research, faced problems and their perspective in the future in Taiwan.

圖二 不同生長時間之綠豆芽，從左至右分別爲第0～4天

Fig.2. Different growth sstages of mungbean sprout. Left to right shows different stages of sprout from 0～4 days.

2	3
5	6

圖三. 傳統的綠豆芽生產

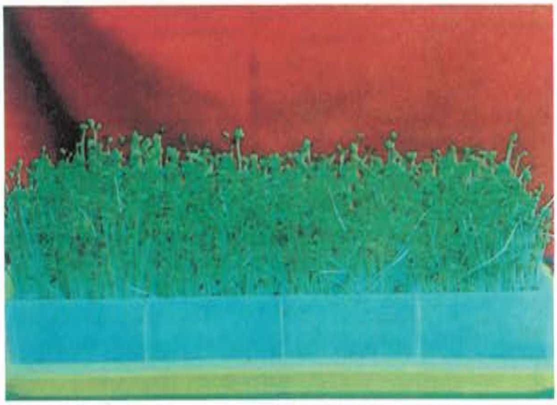
Fig.3. Mungbean sprout production by means of traditional culture.

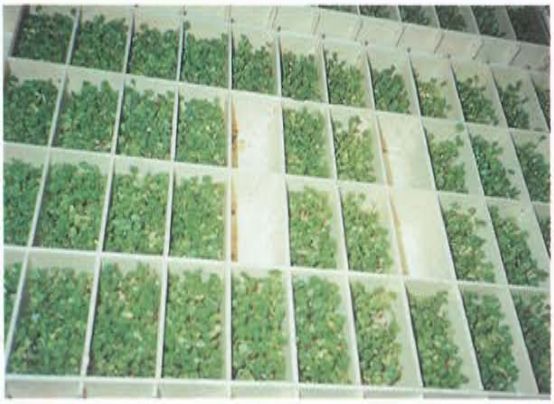
圖五. 綠色豌豆芽菜

Fig.5. Greenized pea sprout

圖六 豌豆苗之大面積栽培

Fig. 6. Large scale cultivation of greenized pea sprout.





10	11
12	14

圖十. 豌豆幼苗於20-24℃暗室催芽 4天後之生長情形

Fig.10. Growth of etiolated pea sprouts after 4 days of acceleration of seed germination at 20-24℃ in darkroom.

圖十一. 採收豌豆苗情形

Fig.11. Harvest of greenized pea sprout.

圖十二. 健康蔬菜 — 蘿蔔嬰（彭德昌、嚴新富，1985）

Fig.12. Radish sprouts-a vegetable not polluted by pesticides (Perng, D.C. and Yan, S. F. 1985).

圖十四. 自動化植物工廠生產之蘿蔔嬰（沈再發提供）

Fig.14. Radish sprout produced by an automatic biofarm system (offered by T. F. sheen).

討　　論

陳榮五問：

一般消費者都認爲芽菜爲唯一沒有使用農藥的蔬菜，但報告中指出已有病害發生，是否需要使用農藥防治或種子消毒？

劉政道答：

由於芽菜生長快速，從播種到播收期間極短，一般4～12天，因此，在播種前均建議不使用任何藥劑行種子消毒，在生產過程中，如發生病害，亦建議不使用任何農藥防治，以確保芽菜品質，維護消費者之健康。

番茄之耐熱性與夏季增產之展望

陳惠美 郭忠吉

亞洲蔬菜研究發展中心

摘要

夏季之高溫可顯著影響番茄之生產。水耕試驗結果顯示：高氣溫對番茄植株生育之影響遠甚於高水溫。夏季之高溫可造成番茄花粉、子房及柱頭之發育障礙，而影響到授粉受精過程之進行，以致著果率降低；又由於花粉管伸長受阻，使得受精率降低、種子數目減少、果實變小。此外，高溫也會影響番茄內生賀爾蒙的平衡，進而刺激果梗離層的形成以及影響光合產物的輸送。在同化養分之利用上，溫度對不耐熱品種葉片碳源向外輸送能力及果實中蔗糖合成澱粉之能力皆有較高之抑制作用，顯示高溫也可影響碳源之轉運與分配。高溫下之著果不良，乃是許多相關細部受損情況之綜合結果，而非單一因子所控制。因此，在耐熱性品種的篩選過程中，單由著果率之高低可迅速達到選拔之效果，但也可能錯失某些有益耐熱性之生理性狀。例如某些柱頭易凸出之品種其著果率雖低，卻具有活性高之花粉。

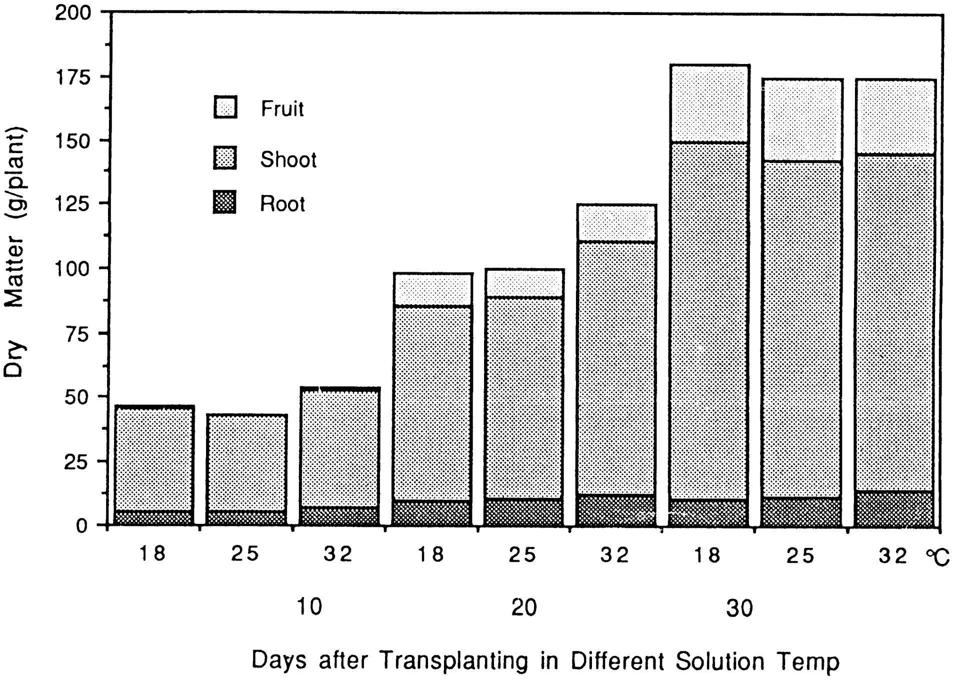
在耐熱性品種育成方面，經過多年的雜交育種方法的培育，亞蔬中心已經育成較爲耐熱之品系，但其夏作之產量仍遠低於適溫季節，顯示在耐熱之改良上還存留相當的空間。如果能就現有的優良品系之個別生理性狀加以強化（例如：提高花粉、子房之活性及果實對合成物之積儲力），可能有助於產量之更進一步提高。

前言

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)原產地爲南美安地斯山區。目前多數經濟栽培品種適宜生產的日／夜溫範圍約在20-30℃／15-20℃之間，當氣溫超過40℃，會造成嚴重落花；日溫高於32℃或夜溫高於21℃則使得著果及果實生產嚴重受阻，而無法周年平均生產[12,16]。根據歷年來臺灣農業年報統計，台灣的番茄之主要產期集中在12月到4月，其餘月份裡由於高溫多溼，番茄之栽培面積相對減少，且單位面積產量也顯著降低。由於番茄可利用爲鮮果、蔬菜及多種加工產品，其消費形態多樣化，屬高經濟價值的園藝作物，因此提高栽培品種的耐熱性以延長產期或提高夏季單位面積產量，無論對充裕夏季蔬菜之供給或提高經濟效益，都有其必要性。

溫度逆境對番茄生育的影響可分別就氣溫與地溫來討論。在氣溫方面高溫明顯地影響到

生殖生長的進行。在地溫方面，根據水耕初步試驗結果顯示18、25、32℃之水溫對著果率及全株乾物生產及分配並未造成顯著差異(圖1)，因此在32℃以下地溫可能對植株生長影響有限[19]。而以往的研究結果顯示，高氣溫不但會降低番茄之著果率，同時也降低單果鮮重而導致夏季之低產[11]。短暫三小時的40℃處理即能導致一般品種的嚴重落花[16]。本文擬以生理的觀點，逐一檢討高氣溫對番茄植株生育過程的影響，以作爲品種改良或栽培管理上强化著果相關生理性狀，克服高溫逆境及提高夏季產量之參考。



圖一 水耕箱養液溫度對番茄植株乾物分配之影響

Fig. 1. Dry matter dirstribution in tomato plants cultivated under 3 solution temperatures.

引起著果率降低之原因

番茄從花芽分化、開花到著果，經過一系列的形態發生過程。其著果現象之完成除仰賴發育健全之雌雄配子體外，還需有正常授粉、花粉發芽及雌雄配子結合之受精過程等的配合。對番茄植株而言，溫度的影響層面擴及著果之每一過程：由於溫度昇高，花器發育不完全，雌雄配子受損而影響授粉受精之進行；即使完成授粉受精過程，也易因其它果實或營養器官之競爭、光合效率降低等因素，而阻擾著果或幼果的發育。茲分述如下：

一、雄蕊花粉生產之量與質

花粉的產量受到許多內外在因素的支配。當氣溫高於32℃時，番茄花粉的產量顯著下降

，高溫顯然會抑制花粉粒的發育，而導致退化花粉粒的形成[16]。由於花粉粒是在花藥內發育，需有正常開裂的花藥才能使花粉正常釋出。而花藥的開裂，有賴花藥內皮層的加厚。高溫往往使得花藥之內皮層無法加厚，開口無法形成，致使花粉無法釋放；這可能是導致花粉量減少之原因之一[8,14,16,17]。據了解，耐熱品種在高溫多溼下，花藥內皮層能正常發育。

衆所週知，花粉爲子房受精之必要因子，由於花粉本身含有豐富的植物賀爾蒙，在著果過程中，除了扮演受精之角色外，本身不需透過受精作用即具有刺激子房發育之功能[12,17]。所以高溫下花粉量的減少使得柱頭上賀爾蒙含量下降、子房發育不良、落花率提高且著果之果實較小。此外Brewbaker[2]指出：花粉具有族群效應，花粉量的多寡影響到花粉發芽率之高低。因此，花粉量的降低對子房受精率、種子數及果實發育均有影響。據了解，夏季高溫下授粉不足現象普遍存在於耐與不耐熱品種間，且不耐熱品種較爲嚴重[8]。El Ahmadi[8]認爲授粉不足爲著果率下降之主要因素。高溫下以人工授粉自交或雜交均可提高著果率及果實產量[8,11,14,17]，但對種子的形成則未有促進作用(表1)，再次證明花粉粒具有促進子房發育的作用。因此，授粉可能有助於子房積儲能力的增強。

表1. 人工除雄與授粉對耐熱、不耐熱與亞蔬育成之番茄品系之著果、產量與種子數之影響[z]

Table 1. Group comparison of fruit-set, yield and seed number of tomatoes on different pollination treatments.

品種特性(品種數)	著果率(%)			單爲著果率(%)			產量(g/株)			種子數(No./果)		
	對照	除雄	人工授粉[x]	對照	除雄	人工授粉	對照	除雄	人工授粉	對照	除雄	人工授粉
不耐熱品系(8)	8	5	48	3	5	3	26	10	146	16	-	10
耐熱品系(9)	23	21	48	14	21	4	76	40	167	13	-	10
自交品系(9)	41	52	59	22	52	8	204	118	276	17	-	9
Severianin[y]	14	22	16	14	22	4	137	162	128	4	-	7

x: 人工除雄後授以在低溫季節收集各品系的混合花粉。

y: Severianin爲單爲著果品系。

z: 資料來源: 亞蔬中心1985年報。

不管自花或異花授粉，當花粉粒附著在柱頭上，細胞即可吸收水分膨脹而開始活躍，惟在高溫下所產生之花粉品質明顯下降[11,14,21]，且高溫使得花粉管在花柱內之伸長受阻。已經在高溫下開始發芽伸長的花粉粒，即使再移到適溫，其伸長也極爲緩慢[21]。表二顯示番茄花粉發芽及花粉管伸長之適宜溫度範圍在30℃以下；溫度太高時，發芽及花粉管伸長就較差。在適當溫度下收集的花粉在人工培養基之發芽率受到發芽時高溫之限制[13]；成熟花粉

粒在40℃條件下，只歷經一小時就幾乎不能發芽[21]。這些結果意味著授粉後花粉管到達子房所需時間可能由於高溫而受阻，以致胚珠受精率降低。植物在遭逢逆境時極易在其營養器官累積脯胺酸[3]，唯營養器官中脯胺酸之累積與植物抗逆境生理尙未被完全了解，又其對生殖生長之影響有待深入探討。但在花粉壁中，脯胺酸為主要的胺基酸成份，而高溫促成番茄葉片中脯胺酸的累積時，反而造成花藥以及花粉中脯胺酸的下降(表 3 & 4)[13]。但由於番茄花粉發芽率並非影響著果率之唯一因素，所以，花粉中脯胺酸含量並不直接影響到著果率。然而花粉中脯胺酸含量與花粉發芽率卻有極高的相關性[13]，若在培養基中添加脯胺酸可顯著地提高花粉之發芽率(表 5)。因此，高溫所引起花藥或花粉脯胺酸之下降可能是導致花粉活力降低之主要因素之一。另外，在高溫下，由於光合產物減少，花粉粒內澱粉也減少，因此也能影響正常花粉發芽，導致落花增多[16]。

表2. 溫度對番茄花粉發芽率及花粉管伸長之影響[y]

Table 2. Effect of in-vitro temperature on pollen germination of L-125 tomato.

發芽溫度（℃）	發芽率（%）[x]	花粉管長度（μ）
25	19.0	265.0
31	20.0	140.0
38	1.5	27.5

x: 於播種後73天收集花粉，發芽時置於100ppm H_3BO_3，10%蔗糖之培養基中2小時

y: 資料來源: 亞蔬中心1982年報。

表3. 溫度對番茄葉片及花藥中脯胺酸含量之影響[z]

Table 3. Effect of temperature on proline content of tomato anthers and leaves (average of 7 entries).

栽植日期	溫度（℃）	脯胺酸濃度（μmole .g^{-1} fresh wt）			
			花藥取樣期		
		葉片	5-4 DBA	2-1 DBA	0 DBA[x]
3月13日	37.0/22.3	0.61	3.35**[y]	12.13**	20.17
	28.9/18.4	0.54	8.53	16.41	20.73
4月 9日	45.0/21.0	1.67**	8.78**	10.72**	17.31*
	36.5/18.6	1.05	10.94	12.48	23.30
6月11日	41.2/24.3	1.35*	4.94*	5.36**	8.99**
	33.7/23.0	0.75	5.71	6.89	10.74

x: 開花前日數。

y: 鄧肯氏分析(*)表同一栽植期不同溫度處理之差異顯著性在5%，(**)表差異顯著性在1%

z: 資料來源：Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5): 746-750。

表4. 生長季節對番茄花粉發芽率及脯胺酸含量之影響[y]

Table 4. Germination and proline content in the pollen of tomatoes grown in the cool or hot season.

品種名稱	花粉發芽率 (%) 冬季	花粉發芽率 (%) 夏季	夏/冬季發芽率之比 (%)	脯胺酸濃度(μmol/g 鮮重) 冬季	脯胺酸濃度(μmol/g 鮮重) 夏季	夏/冬季脯胺酸濃度含量之比(%)
L 124	14.1 b[x]	2.2 b	15 cd	207 b	103 c	50 cd
L 387	18.0 a	4.4 a	24 bc	217 a	112 b	52 cd
L 3957	18.0 a	0.8 c	5 d	166 d	103 cd	62 b
L 3958	7.9 d	1.3 bc	17 cd	167 d	105 c	63 b
C L 1131-26	8.2 cd	4.3 a	55 a	162 d	78 e	48 d
C L 1131-43	10.4 c	3.7 a	35 b	180 c	96 d	54 c
C L 5915-153	4.3 e	1.5 bc	40 ab	177 c	126 a	71 a

x: 鄧肯氏多變域分析，品種間英文字母同者表差異不顯著（P=0.05）。

y: 資料來源：Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5):746-750

表5. 溫度與脯胺酸對番茄花粉發芽之影響[y]

Table 5. Effect of heat and proline addition on tomato pollen germination.

溫度（℃）	脯胺酸濃度（μM）	花粉發芽率（%） C L 1131-65	花粉發芽率（%） C L 5915-379
40	0	0.7 f[x]	0.2 f
	0.45	3.7 e	10.1 e
	0.85	7.2 cd	25.9 cd
	1.25	5.5 de	23.4 d
27	0	8.9 bc	1.8 f
	0.45	10.5 b	41.6 a
	0.85	10.5 b	31.7 b
	1.25	13.3 a	29.7 bc

x: 鄧肯氏多變域分析同行相同溫度處理內，其英文字母相同者，表差異不顯著（P=0.05）。

y: 資料來源：Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5):748-750.

二、雌蕊之活性

一般番茄雌蕊的受精能力在適當溫度下可維持到開花後三至四天，其活性範圍需包含柱頭及子房，故而雌蕊的活性標準比起雄蕊更難以訂定。柱頭方面研究結果顯示：柱頭能滲出一些水溶性分泌物，而這些分泌物可影響花粉之發芽率(表 6)。尤其耐熱品種之柱頭抽出液有明顯促進花粉發芽效果，這些分泌物的成份和作用及其與溫度或品種耐熱性的關係有待進一步探討。另一方面，利用雌蕊與雄蕊分別高溫處理後交叉授粉試驗發現，高溫能抑制子房或胚之正常發育，以致人工授粉後仍無法促進種子的形成[8,18]。在開花前5-9天，胚珠尤其對於高溫特別敏感。在高溫季節裡，發育中的子房中所含生長促進物質較低，但生長抑制物質卻提高[12]；此結果意味著在高溫情況下，子房內生長促進或抑制物質的平衡失調，可能影響到子房的著果能力。據了解，某些單爲著果的番茄品種，其花粉發芽率雖低，卻有高的著果率，對於這些品種而言著果並不需完全仰賴授粉。而某些耐熱番茄品種的雌蕊經高溫處理後授以適溫產生的花粉粒雖無種子形成，卻仍有著果現象[8]。同樣的在許多經過改良的耐熱品系裡，除雄後不授粉，著果率並未降低，而得以單爲結果(表 1)。因此，就番茄而言，種子的發育並非刺激果實發育的唯一條件，子房中生長激素的含量會影響到積儲能力，而影響著果率。儘管如此單爲結果所產生之果實果型較小，因此類似單爲著果的能力，似乎無法完全取代子房受精的刺激，僅可作爲加强結子番茄品系耐熱性的遺傳背景。

表6. 柱頭與花粉之水抽出液對番茄(L 387)花粉發芽之影響[v]

Table 6. Effect of stigma exudate, style extract and pollen extract on pollen germination ratio of L 387.

品 種	發芽率之比值[x]	
	柱頭抽出物[y]	花粉抽出物[z]
L 124	0. 21 b[w]	1. 03 b
L 387	0. 81 b	1. 26 ab
C L 1131-43	2. 58 ab	1. 55 a
C L 5915-153	5. 16 a	0. 99 b

x: 發芽率之比值爲花粉分別在塡加抽出物之培養基與對照培養基中發芽率之比。

y: 0.2 ml 培養基內含10%蔗糖50 ppm H_3BO_3及5朵花之柱頭抽出物。

z: 0.2 ml 培養基內含10%蔗糖50 ppm H_3BO_3及0.31 mg花粉抽出物。

w: 鄧肯氏多變域分析同行英文字母相同者表差異不顯著(P=0.05)。

v: 資料來源：亞蔬中心1986年報。

在雌雄配子體的耐熱程度方面：Shelby曾指出子房比花粉更耐高溫，在33℃以下子房之

活性無明顯下降。又Levy比較耐熱與不耐熱品種，指出在日／夜溫33／23℃下，雄配子體活力之下降比雌配子體明顯[14,17]。但是當日／夜溫昇高到38／27℃時，子房活力所受到的影響似乎超過花粉[8]，而呈現較低之著果率及單果重。另外，在整個著果過程中，以開花前之減數分裂期及開花始期對高溫的抵抗性最弱；而在減數分裂以前及開花後期，高溫的影響力較低。

三、花器結構之物理障礙

由於番茄屬自交作物，在正常開花條件下，花柱的伸長與花藥的開裂同時進行。由於花柱的伸長，柱頭接觸到開裂的花藥筒使得花粉粒輕易地附著到柱頭上，而達到授粉的目的。然而在高溫下某些品種的柱頭快速伸長而遠凸出於尙未裂開之花藥頂端之上，成爲長柱花，於是當花粉成熟釋出，無法授粉於伸長的柱頭上，在這種情形下自花授粉便難以進行。此外，有些番茄品種在高溫下花藥筒會裂開，不但使得花藥與柱頭間距離加大，而且當花藥開裂時花粉粒易飛散而降低自花授粉的效率。高溫下產生物理障礙的程度與比率在品種間有極大的差異，並且物理性障礙的發生與雌雄配子對高溫的反應未必一致。有些品種在高溫下雖產生長柱花，但其雌雄配子仍維持相當的活性；另有的品種擁有正常花柱，然其雌雄配子活性卻降低。在某些地區，35℃以上的高溫加上乾燥的氣候會導致柱頭之乾燥褐化，阻礙了授粉與受精之進行[14]，但在高溫多濕地區，柱頭乾褐的現象較少發生。

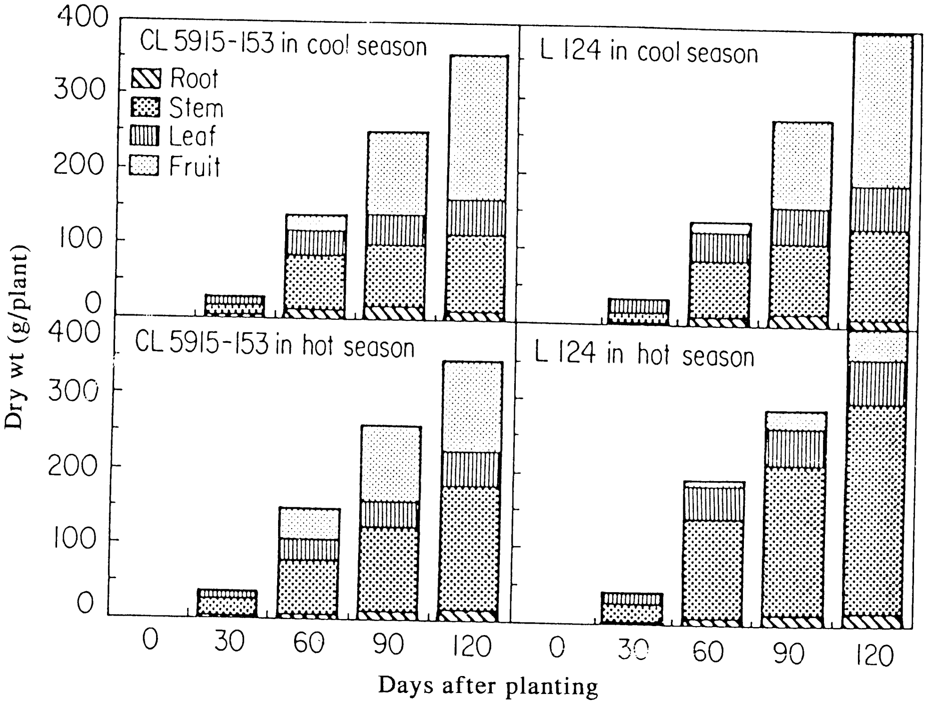
四、落花的機制

子房是果實發展的基礎，它到開花爲止，一直持續著旺盛生長，一旦開花就暫時緩慢，一經授粉，就會再次進行旺盛的生長。如不受精，則其生長就停頓下來，並且在花梗中部的離層部位形成離層而脫離，而造成落花。未經授粉、受精的花，差不多在開花後二至三天到一週左右的時間落花(視氣候而異)。而且，在開花前後如自花梗基部切除且不保留花器，而僅培養花梗於培養基上，則一般不耐熱品種的花梗在一至二天後，大部份會從離層部脫落，而耐熱品種的花梗則可維持三至五天才形成離層。如果花梗連花器一起培養，則離層形成更爲緩慢。另一方面，如果在培養花梗時施加生長調節劑auxin或cytokinin，會抑制花梗離層的形成。而施加abscisic acid(離層酸)或ethephon(於現狀中釋放乙烯)生長調節劑時，則會促進離層的形成。從這些事例來看，支配花梗的脫落(落花)，可能決定於促進性與抑制性的賀爾蒙的均衡，在子房內生成促進性賀爾蒙較多，而轉移至離層部，抑制離層的形成，因此不會發生落花。但番茄在高溫情形下，離層酸的增加[11]，則會促進落花。

積儲強度與高溫著果之關係

子房由於受到授粉、受精作用的刺激，致使子房壁膨大而開始果實的發育。其發育需透過細胞分裂使細胞增生，配合細胞的生長，使細胞的容積也隨之增大。一般果實的大小是由

形成果實的細胞數和細胞的大小來決定的。果實發育的潛力基本上決定於開花期子房大小和細胞總數，也就是所謂的同化物積存容量。爲使果實正常肥大，需使同化養分不斷移轉到發育中的果實，即具備同化物積存的能力，以確保發育中果實養分之供應。高溫下子房由於呼吸作用的增强，導致光合產物的累積減緩繼而組織內細胞的分裂與發育受阻，同化物積存容量變小。在供源方面，Steven與Rudich[18]指出：雖然高溫下會提高呼吸作用而導致同化能力之下降，但並非高溫著果率降低之直接因素。利用高低溫季節以盆栽方式比較停心型耐熱與不耐熱番茄品種，顯示雖然溫度對同一生長型番茄之總乾物生產量影響有限，但在高溫情形下果實之乾物分配量顯著降低，同化養分大都累積在莖部(圖 2)。此現象在不耐熱品種中更加明顯[11]。這些試驗結果意味溫度在30－35℃時對於供源(總乾量)之影響有限，但高溫所導致生殖器官之破壞對乾物質之低積存容量與低積存能力產生間接影響。另外試驗證明：高溫抑制光合產物運輸至花器[6]，而耐熱品種比起不耐熱品種在高溫下，其碳源輸送至生殖器官以及在生殖器官轉換爲澱粉的效率顯然較高。如前所述：番茄在適溫情況下授粉或受精刺激著種子的發育，賀爾蒙的生成，進而刺激果實的肥大。在高溫情況下，這些過程受到抑制時，如果外加Auxin類賀爾蒙，則子房可充分發育而形成無子果實。此一現象顯示：外施賀爾蒙有類似花粉及種子之作用提高子房之積儲能力而取代在高溫情形下授粉與受精之缺失。因此就著果過程而言，供源的影響不如積儲顯著。



圖二　高低溫季節對不同耐熱性番茄植株乾物生產及分配之影響

Fig. 2. Dry matter production and partition of heat tolerant (CL 5915-153) and heat sensitive (L 124) tomatoes at different growth stages in cool and hot seasons.

一般停心型番茄品種，從花序形成部位以上，葉片與花序之比例約爲1比1，而非停心型品種，其葉與花序之比例約爲3比1，若將非停心型植株除葉，使其葉與花序比例模擬停心型品種，則可略提高不耐熱品種(L-387)之著果率、單果重及產量(表 7)，但對耐熱品種而言無論將不停心型除葉或將停心型摘心以促進頂梢生長，對著果與產量未有明顯差異，顯示營養與生殖生長器官養分之競爭，可影響夏季番茄之生產，但非主要因素(11)。

表7.　營養與生殖生長之調節對停心與不停心番茄生產之影響[z]

Table 7.　Effect of controlled growth on vegtative and reproductive growth and on yield of tomatoes.

品種	處理	鮮重 (g/株)	產量 (g/株)	採收指數 (%)	花數／株	著果率 (%)	果數／株	單果重 (g)
L 387[x]	對照	720 b[y]	24 c	3 c	201 b	2 e	3 d	7 c
(H S, I)	除雄	700 b	144 b	21 b	242 a	7 d	18 c	8 bc
C L 5915-153	對照	980 a	556 a	57 a	122 cd	45 b	54 a	10 b
(H T, D)	摘心	979 a	533 a	55 a	107 d	52 a	55 a	10 b
C L 5915-206	對照	947 a	535 a	57 a	129 cd	24 c	31 b	17 a
(H T, I)	除葉	914 a	561 a	61 a	138 c	22 c	30 b	19 a

x: HS: 不耐熱，HT: 耐熱，I: 不停心型，D: 停心型。

y: 鄧肯氏多變域分析，同行英文相同者表差異不顯著(P=0.05)。

z: 資料來源：亞蔬中心1985年報。

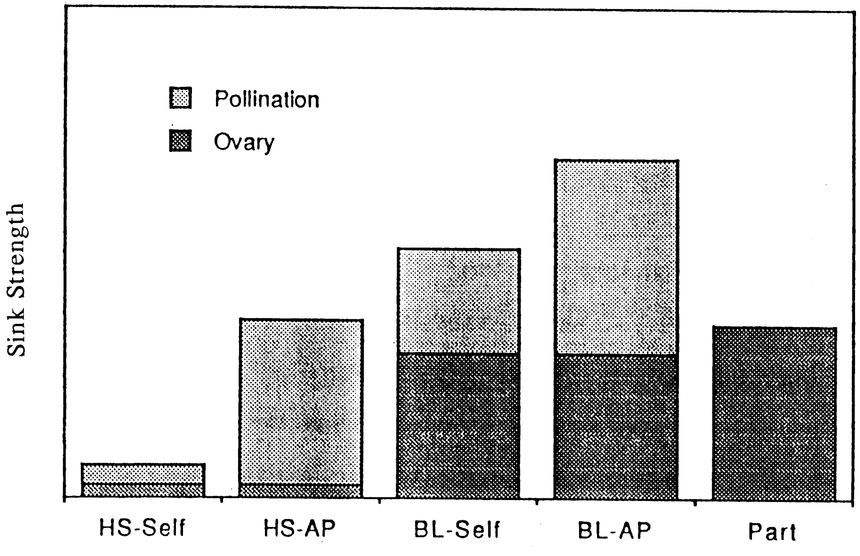
影響單果鮮重降低之因子

果實的發育仰賴著葉片同化養份的供給，而葉片及果實，尤其是後者之蔗糖與澱粉含量與果實內碳之輸入惜惜相關(20)。在同化養份的轉運上，Ho(10)指出供源與積儲間之蔗糖梯度控制著碳之轉運效率。根據調查，在高溫季節裡番茄葉片中澱粉含量有降低趨勢，且耐熱品種之葉片內可溶性醣與澱粉之比例較高(11)。一般而言，大果品種葉片的澱粉含量較高，著果率較低。在適溫下，即使低光照導致同化速率低於1mg/dm^2/h，籍著葉片中儲藏性澱粉的水解，葉片中碳的輸出入依然可維持在1mg/dm^2/h左右(9)。因此，當環境因子爲碳素固定的限制因子時，光合產物的轉運決定於貯藏性碳源(尤其是澱粉)之再移動力。35℃左右的高溫對耐與不耐熱番茄品種之光合、呼吸作用及葉片氣孔阻力的影響沒有太大差異(1)；然在40 ℃以上的高溫下，耐熱品種的核酮醣二磷酸梭化酵素活性之下將及葉片阻力之增加不若熱敏感品種顯著(15)。高溫減少同化物之往外輸送，尤其是不耐熱品種(5)。此碳源輸送的受阻，可能與葉片內碳源的再移動力及葉柄輸導組織中癒傷葡聚醣的堆積有關。高溫下不耐熱品

種之澱粉水解能力有下降趨勢，耐熱品種則變化不大[7]，顯示在高溫下不耐熱品種貯藏性碳源的轉化能力受阻。花苞中亦呈現澱粉低蔗糖高之現象[6]，且由於蔗糖之水解能力下降，無法使蔗糖轉換成澱粉，不但導致果實內蔗糖的堆積，同時同化物之輸入也因此受阻。並由於蔗糖不易水解，使得發育過程中所需能源的取得困難，而導致單果鮮重下降。因此，高溫下積儲能力的降低與同化物轉運受阻可能為番茄果實較小的主要原因。

展　　望

綜上所述，夏季高溫逆境對番茄生殖生長之影響所牽涉的層面極為廣泛，其中著果和果實的肥大直接關係到產量。在高溫多濕季節中藉著栽培管理方法來改變作物生長之微氣候，以減輕植株的生育障礙極為有限。因此要克服夏季高溫逆境，需根本上提高品種的耐熱性。由於影響番茄高溫著果因子錯綜複雜，在篩選工作上，較為可靠而直接的方法是透過高溫著果能力的檢定，經過多年的雜交育種及高溫著果的篩選，亞蔬中心育有頗為耐熱之自交系及雜交一代品系。然而在夏季高溫情況下，其著果率仍未達到適溫下之著果率，顯示在著果耐熱性之改良上仍留有改進的空間。欲使著果率在高溫下更上層樓，則有待限制著果的生理因素，如花粉粒產量、活性以及雌配子活性的提高，長花柱以及花梗離層形成的抑制等單一性狀加以改進，並求各個組成因素的整合與互相協調。另一方面在夏季果型大小的改進上，需針對果實對養分之積儲力及同化養分之轉運力等個別性狀加以強化。夏季高溫產量提升的重點則宜兼顧著果率與果實肥大，使得各單項性狀得有最大的發揮。由於促成果實積儲力之兩個主要因素為花粉之刺激及果實之單為著果能力(圖 3)，有效地融合有子與無子品種之優點將使得夏季番茄之生產有更好的遠景。



圖三　高溫逆境下不同基因型番茄植株授粉前後積儲強度之表現

Fig. 3. Sink strength for fruit set of three tomato genotypes under an unfavorable environment.

参考文獻

1.Bar-Tsur, A etc. 1985. Photosynthesis, transpiration and stomatal resistance to gas exchange in tomato plants under high temperatures. J. Hort. Sci. 60(3):405-410.

2.Brewbaker, J. L. and B. H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. Amer. J. of Botany 50(9):859-864.

3.Chu, T. M., D. Aspinall, and L. G. Paley. 1974. Stress metabolism V1 temperature stress and the accumulation of proline in barley and radish. Austral. J. Plant Physiol. 1: 87-97.

4.Dashek, W. V. 1974. Proline, hydroxy prline, and lily pollen tube elongation. Ann. Bot. 38: 947-959.

5.Dinar, M., J. Rudich and E. Zamski. 1983. Effect of heat stress on carbon transport from tomato leaves. Ann. Bot. 51: 97-103.

6.Dinar, M. and J. Rudich. 1985. Effect of heat stress on assimilate partitioning in tomato. Ann bot. 56: 239-248.

7.Dinar, M. and J. Rudich. 1985. Effect of heat stress on assimilate metabolism in tomato flower buds. Ann, Bot. 56: 249-257.

8.El Ahmadi, A. B. and M. A. Stevens. 1979. Reproductive responses of heat-tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5): 686-691.

9.Ho, L. C. 1976. The relationship between the rate of carbon transport, and of photosynthesis in tomato leaves. J. Exp. Bot. 27(96):87-97.

10.Ho, L. C. 1979. Regulation of assimilate translocation between leaves and fruits in the tomato Ann. Bot. 43:437-448.

11.Kuo, G. C., H. M. Chen and H. C. Chen. 1983 -1987 Progress report of AVRDC, Shanhua, Taiwan, R.O.C.

12.Kuo, G. C., H. M. Chen and H. C. Chen. 1986 Plant hormones in tomato fruit-set and development at high temperatures. In FFTC Book Series No. 34 "Plant Growth Regulators in Agriculture". pp. 54-70.

13.Kuo, G. C., H. M. Chen and L. H. Ma. 1986. Effect of high temperature on proline content in tomato floral buds and leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5):746-750.

14.Levy, A., H. D. Rabinowitch and N. Kedar. 1978. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. Euphytica 27: 211-218.

15.Markus, V. etc. 1981. High temperature effects on RuBP carboxylase and carbonic anhydrase activities in two tomato cultivars. Phsiol. Plant. 53:407-412.

16.Rudich, J., E, Zamski, and Yael Regev. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato :pollination and fruit set. Bot. Gaz. 138(4):448-452.

17.Shelby, R. A., W. H. Greenleaf and C. M. Peterson. 1978. Comparative floral fertility in heat tolerant and heat sensitive tomatoes. J. Amer. Sor. Hort. Sci. 103(6) : 778-780.

18.Stevens, M. A. and J. Rudich. 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield and quality in the tomato. HortScience 13(6):673-677.

19. Thalib, H. and G. C. Kuo. 1990. Responses of tomato and pepper to different solution temperatures in the aerated hydroponic system. Research report of the research intern at AVRDC.

20. Walker. A.J. & L. C. Ho. 1977. Carbon translocation in the tomato : carbon import and fruit

growth. Ann. Bot. 41:813-823.
21. Weaver, M. L. 1989. Screening tomato for high-temperature tolerance through pollen viability tests. HortScience 24(3):493-495.

Response of Tomatoes to Heat Stress and Prospects for Improved Summer Production

H. M. Chen and C. G. Kuo
Asian Vegetable Research and Development Center

Summary

High temperature is one of the important factors that impede tomato production in the summer season. Hydroponic experiments, with controlled solution temperatures of 18, 25, and 32℃, showed that the impact of root temperature is not as important as that of air temperature. High air temperature caused the abnormal development of reproductive organs, so that pollination and fertilization could not proceed properly, thus reducing fruit set rate. Poor pollen tube growth caused by high temperatures results in insufficient fertilization, affecting seed number and fruit size. Other physiological and biological characteristics are also influenced by high temperature, e.g. the balance of endogenous plant hormones in the floral organ and enzyme activities related with carbon export from the leaf or import of carbon to the developing fruits, etc. These reactions would affect sink strength of the ovary, and also affect utilization of carbon resources. Poor fruit yield of tomato in the summer season seems to be the result of a complex of factors, so in addition to fruit set rate, attention should also be directed to the broader genetic background concerning multiple morphological and biochemical processes. Some heat-tolerant breeding lines have been developed at AVRDC. The yield potential in the hot season, however, remains far below that of the cool season, so there is considerable opportunity for improvement. Conventionally, high fruit set rate and yield have been emphasized in the screening work for heat tolerance. These criteria offer only general consideration of the multiple factors related to heat tolerance. However, to enhance the level of heat tolerance and therefore higher production in the summer season, the improvement of specific characters such as pollen production, pollen viability, ovary sink strength efficiency of specific enzyme for photosynthate translocation, etc. must be addressed.

甘藍及結球白菜之結球生理

廖芳心　　　　洪立　黃涵

桃園區農業改良場　　　　國立台灣大學園藝系

摘　　要

甘藍、結球白菜、結球萵苣均爲重要葉菜類蔬菜，但其生長模式與一般葉菜類不同。先是外葉的生長，而後由內葉形成葉球，因此外葉與內葉之性質不同。外葉爲光合作用之器官，葉球則是糖之貯藏器官，故其生長模式與果菜類較爲類似。

結球葉菜類自播種至結球到採收可分成四個時期，第一期爲初期生長期，相當於育苗期；第二期爲外葉生長期；第三期爲內葉分化期，即葉球形成期；第四期爲葉球成長期，即葉球肥大期。

影響葉球形成及其肥大之因子很多。在形態上，由於葉型，葉面積之改變，促使葉之彎曲生長與葉球之形成。在解剖上可見結球初期生長點形態上之變化。

外葉是光合作用之器官，除去外葉會影響葉球之形成與肥大外，光線不足，溫度升高亦均會影響葉球之大小。

無機營養中，氮與鈣在整個植株生長期均占重要角色，鉀在第一及第三生長期需要較多，磷、鎂、硫則僅在第一生長期較爲需要。氮肥太多會影響葉球之形成，氮在外葉之含量約在2-3%之間且糖／氮比在5～15間最有利於結球。

由於結球生理之了解，可作爲結球葉菜類栽培技術之改進及育種選拔之指標。

前　　言

甘藍(*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.)，結球白菜(*Brassica rapa* L. Pekinensis group)，萵苣(*Lactuca sativa* L.)，在蔬菜分類上均屬於葉菜類，但其生長模式與一般葉菜類不同，就是會結球，而這球是由葉片構成，但是其性質與外葉不同。由於葉球質地脆嫩，且容易運輸，又富含維他命及礦物質，且烹調方便，近年來栽培面積日漸增加，而其重要性日益受到重視，甘藍及結球白菜在台灣栽培面積爲8,970及7,819公頃，占蔬菜生產之第4位及第 5位，是極重要之蔬菜(4)。

栽培結球葉菜類，主要目的爲收穫其球，因此能不能結球影響產量及收益甚大。由進化之觀點來看，結球葉菜類均是由不結球之野生種進化而來。不結球之白菜、甘藍、萵苣原產於較溫暖的南方，原爲一年生作物，當被引入較冷之北方栽培，遇到寒冷就需產生保護頂芽

之構造以過冬，因此有了結球現象，人們利用其結球當作栽培蔬菜，且又將此種變種引入南方，因此在較溫暖之氣候下，結球葉菜類不易結球[2]。雖然經過育種家多年的選育，現在已有適合南方冬天栽培或夏天高冷地栽培之品種，但於高溫下結球障礙原因尚未克服。本文乃介紹其生長模式及影響結球之因子，藉以了解結球生理，以作爲結球葉菜類栽培技術之改進及育種選拔之指標。

甘藍生育期及形態變化

結球葉菜類自播種至結球採收可分成四個時期。甘藍播種後三日，子葉完全展開爲心臟形，此時第一對本葉亦開始出現，但未展開，至第八日，第一對本葉在子葉節上對生，與子葉成十字型排列，至此時發芽完成。發芽期爲胚生長成幼芽的過程，主要靠種子中儲藏的養分長出幼根、胚軸及子葉，本葉展開後才能行光合作用獨立生活而由幼芽生長進入幼苗生長。幼苗期繼續發生本葉，但其爲互生，葉序排列爲3/8，至此時期共有5片本葉，這些葉片對外葉之發生有貢獻，但與結球無關，早期即停滯不長或死亡，此階段爲初期發育期，即相當於育苗期。

定植後，葉片快速發育且葉面積加大，且其葉片之長與寬之比約爲1，這些葉片對球之形成有貢獻，此時期稱爲外葉發育期。

定植七週後，葉片內屈，且葉形較長，生長較慢，此時期稱爲內葉分化期。而後生長點停止生長，株高不再長高，葉片快速發育充塡於內形成葉球，此時期稱爲球之肥大期[1]。

我們亦於79年10月23日播種，11月19日定植於台大精密溫室，調查甘藍生長周期鮮重之變化，結果如圖一所示定植八週後內葉重量快速增加，而外葉則維持恆定，故此期間甘藍開始球之形成，而圖2之乾重變化亦有相似之曲線，由圖 3葉片數目變化之圖亦可見定植八週後，葉片數目快速增加，尤其內葉數目快速增加，而外葉一直維持一定之數目。因此由外葉發育期改變成結球形態，葉數快速增加而有抱含現象才能形成葉球，而此時期葉形長寬比趨近於1而促使葉之彎曲生長，葉面積加大而使內葉快速生長而使形成葉球。由圖4甘藍球高及球徑之變化，則定植後第九週球高即長成，之後則爲球之充塡而向横徑生長。因此內葉分化期與球之肥大期爲決定結球產量之重要因子。

結球發育過程莖頂之解剖

莖頂對於植物地上部份器官的數量和分化方向起著決定性的作用，陳機等人研究結球白菜發育過程中頂端結構之改變[3]。在胚芽期，外面是一層原套細胞排列整齊，呈長方形，有少數細胞發生垂周分裂。原體是包圍在原套內原生質極濃之細胞。幼苗期原體中靠近原套之細胞開始平周分裂而產生亞外套。在頂端分生組織下緣，有一弧形帶的細胞開始橫分裂，而產生形成層狀細胞區，而原體細胞進行各項分裂形成中央母細胞區。外葉生長期，苗端是典

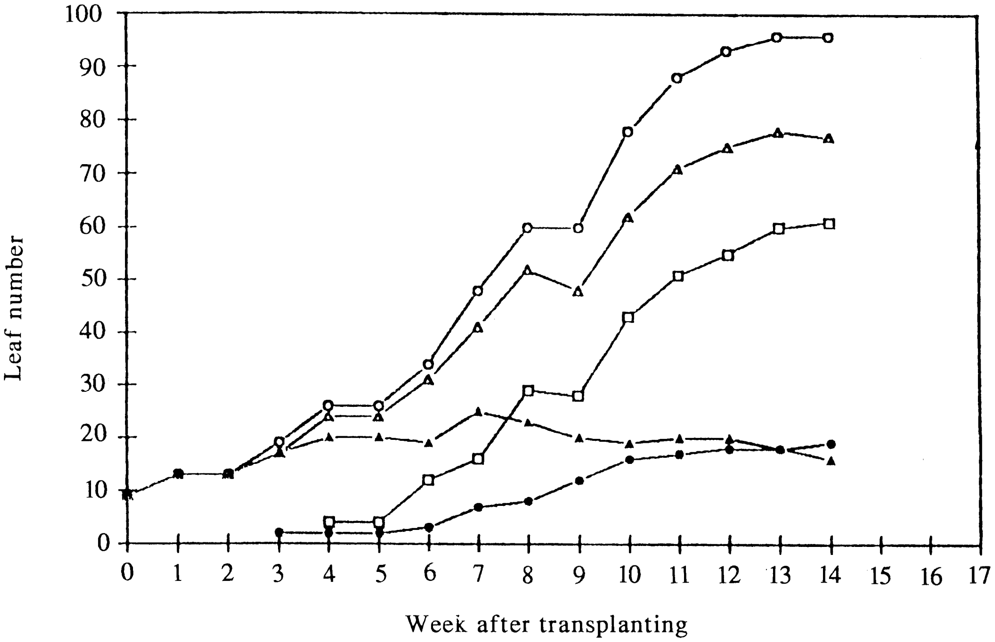


圖1：甘藍生長期葉數變化(○全葉數 △存活葉數 □內葉數 ▲外葉數 ●落葉數)

Figl. The change of leaf number (○total leaves △-survival leaves □-inver leaves ▲quter leaves ●fallen leaves) with growth of cabbage.

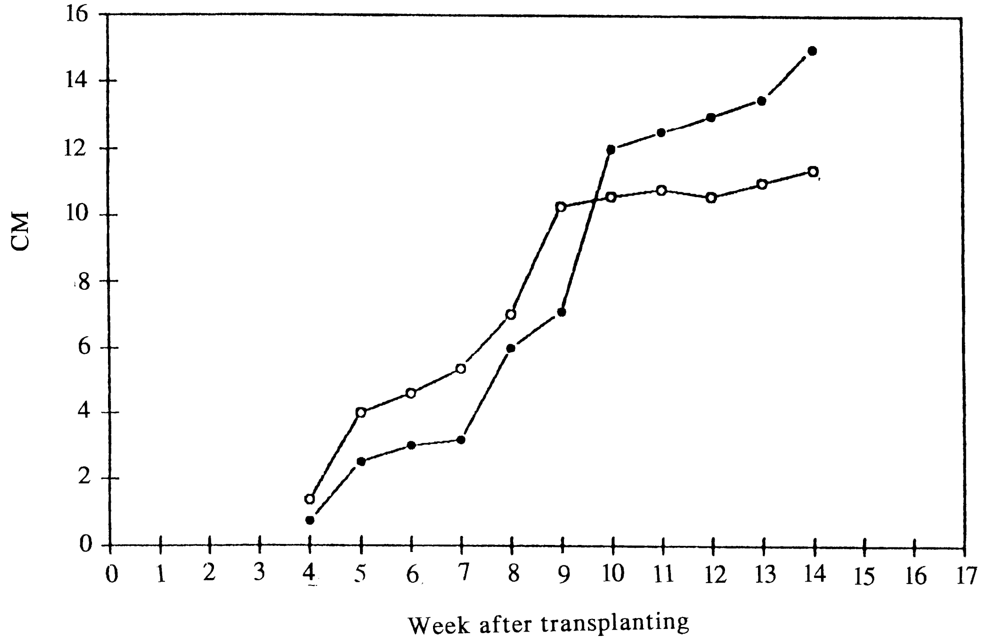


圖2：甘藍生長期球縱徑(○)球橫徑(●)之變化

Fig2：The change of head height(○) and head width (●) with growth of cabbage.

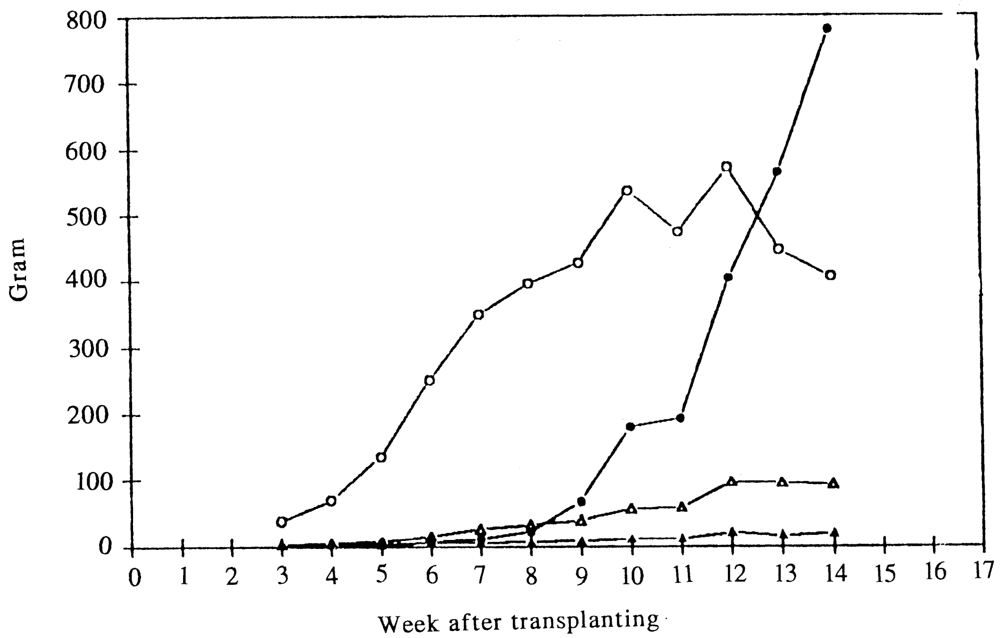


圖3：甘藍生長期內葉(●)外葉(○)莖(△)根(▲)鮮重變化

Fig3：The change of fresh weight of inner leaves(●) outter leaves(○shoot (△) root(▲) with growth of cabbage.

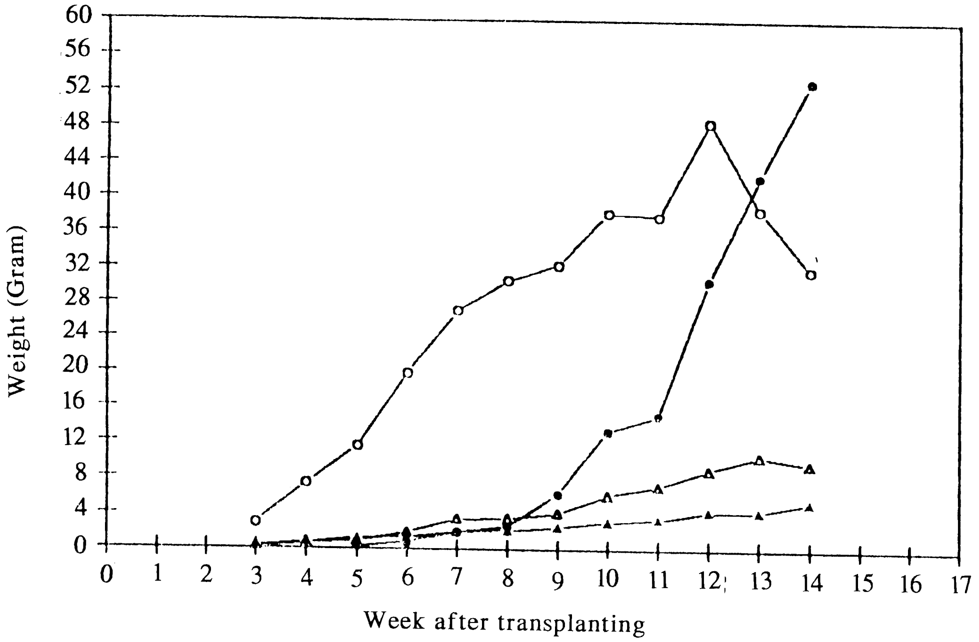


圖4：甘藍生長期內葉(●)外葉(○)莖(△)根(▲)乾重變化

Fig4：The change of dry weight of inner leaves(●) outer leaves(○)shoot (△) root(▲)with growth of cabbage.

型之分區結構，分成原套，亞外套，中央母細胞區形成層狀細胞區和肋狀分生組織區。原套與前期相似，亞外套細胞層數增多，中央母細胞區與前幾期無大變化。形成層狀細胞區是中央母細胞和肋狀組織間的一區呈形成層狀，形成層狀細胞在此期極活躍，進行橫向分裂，使髓部直徑增加，並把已產生之葉原基推向外圍，結球期之頂端結構分成四區，原套、亞外套及中央母細胞區與前期相似，而形成層狀細胞與肋狀分生組織共同組成一區，此區排列整齊，且少有橫向分裂，而葉基體之生長亦較不顯著，結球後期則頂端變得平坦。結球期，肋狀分生組織縱向延長大於橫向延長，而認為是花芽形成之徵兆(3)。

甘藍苗期，結球初期及結球末期之莖頂解剖如圖5、6、7所示，甘藍結球始期和白菜類似，可見形成層狀細胞區，與增加頂端寬度有關，此期內葉快速發生為形成葉球之先決條件。因此栽培上此段時期是關鍵期，需供給足夠水分與養分，才能收得葉球。

甘藍結球發育過程糖含量之變化

筆者分析甘藍結球發育過程中各部位酒精可溶性糖含量之變化，結果如圖8所示，根之糖含量變化不大，外葉之含量較根多，但含量變化不大，內葉則於定植第五週開始增加，第七週後快速增加，且含量大於外葉，此時期為內葉分化期，而後隨著葉球之形成，則糖之含量亦急速增加，因此莖球為儲藏糖之器官。Hara等利用$^{14}CO_2$追蹤亦證明外葉是光合作用之進行器官，而內葉是糖之貯存器官，甘藍能否結球決定於能否將糖運貯於內葉，若氮肥過多，光照不足或溫度太高，則^{14}C不易運至內葉而影響結球，故結球過程中如何使內葉糖含量增加為結球之必要因子(15,18)。

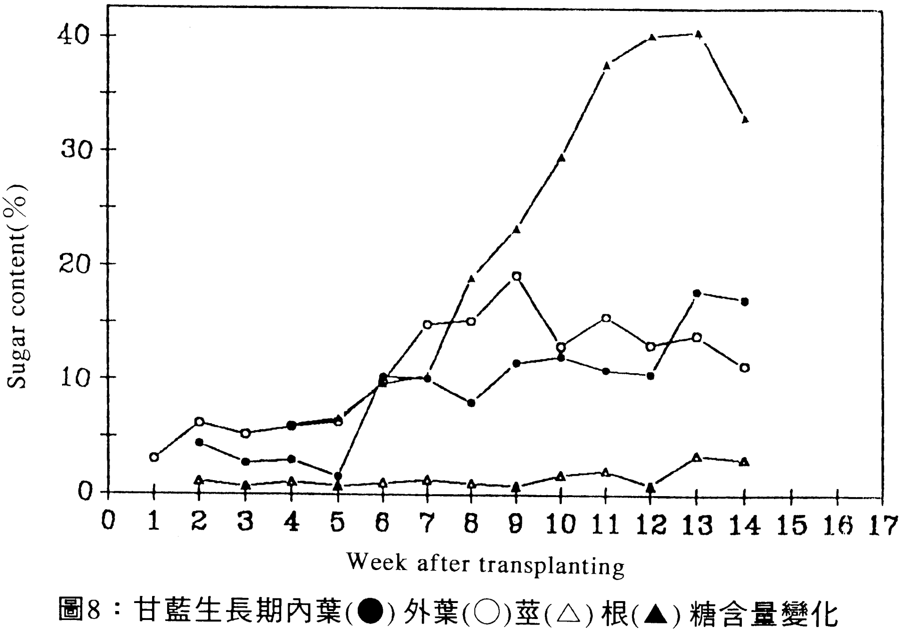


圖8：甘藍生長期內葉(●) 外葉(○)莖(△) 根(▲) 糖含量變化

Fig4：The change of dry weight of inner leaves(●) outer leaves(○)shoot (△) root(▲)with growth of cabbage.

影響結球之因子

結球葉菜類之生長模式與果菜類類似，莖球爲糖之貯藏器官，而外葉爲光合作用之器官，因此影響外葉之生育及光合作用，及糖之運送貯運均會影響葉球之形成與大小。關於影響結球之因子有多位學者從事此方面之研究，今歸納如下：

一、子葉對結球之影響

安志信等1990以結球白菜爲材料，探討子葉對幼苗及產量之影響[1]。於1葉期、3葉期、5葉期摘除子葉，結果顯示葉球重量減少15.35～23.86%，且子葉越早摘除者影響越大，故幼苗期摘除子葉即會影響有效葉數，進而影響葉球葉片之重量，因此子葉在種子內是養分的貯藏器官，萌發出土變綠後即進行光合作用，而爲第一個同化器官。結球白菜摘除子葉不但影響地上部，亦影響根系之生長，故栽培上使子葉的葉面積加大及促使茁壯生長，均會影響結球產量。

二、水分對結球之影響

結球菜類外葉生長發育後，葉片內屈形成鉤才開始結球，葉片之硬挺是葉片形成鉤而後結球之先決條件。亞洲蔬菜研究發展中心郭忠吉等人研究結球白菜之耐熱生理，認爲耐熱品種是當結球過程，因低滲透層而使水分往內葉運送造成葉片之硬挺[26]。耐熱品種並有較厚之葉片，其葉綠體含量較高，且氣孔較少，因而水分之失去較少而能結球。而耐熱品種根系發育較好，其根／莖比較大，因而對水之利用率較高，尤其在結球初期鉤狀形成時，水分之利用率比光合作用能力更重要。

高溫結球障礙常伴隨乾旱障害，因溫度高，蒸散快，若根群吸水力不夠或水分無法運至內葉，葉片無法直立內屈形成鉤，而無法結球，因此栽培結球葉菜類在結球轉變期水分之供應與利用極爲重要。

三、無機養分對結球之影響

爲了解各種養分在甘藍結球扮演之角色，Hara等人進行一系列試驗。甘藍結球對巨量元素之需求性爲N>Ca>K>Mg>P>S，且缺乏任一元素均無法結球[11,12,13]。對微量元素之需求性則是B>Fe>Mn,Mo，缺乏時對結球影響不大，但可由外葉見其症狀，缺硼則結球影響極大，因此硼在結球扮演重要之角色[7,8,9,10]。

甘藍不同生長時期對無機養分之需求，磷只需在第二期供應即足夠其結球，硫則需於育苗期供應。鉀則在育苗期供應充足外，因鉀對球之緊密度有關，故內葉分化期即結球初期尙需供應。鈣對甘藍結球極重要，又其移動性少，因此整個生長期均需供給才不會有缺鈣症狀產生[25,27,28]。氮亦是甘藍結球之重要元素，尤其右外葉快速生長及內葉分化期均需要極多，因此球之發育前需有充足之氮。

甘藍生長發育中，定植後外葉發育期對養分需求最重要，在球肥大期再施肥，植物已無

法吸收利用，故甘藍栽培追肥定在內葉分化後，球肥大前施用完畢。

無機養分之平衡亦影響甘藍結球。氮肥尙需配合硫才能被利用。鈣與鎂之比在5-20之間時，外葉鈣含量高則結球產量高，若鎂濃度太高則會抑制鈣之吸收而造成缺鈣。

氮爲甘藍結球極重要之元素，但尙需配合充足糖之累積才有利於結球，氮肥過多時，則能源消耗於氮之代謝而影響糖之累積，進而影響結球產量。因此氮肥適當時，碳／氮比爲10，可得高產之球[14,15]。

故甘藍栽培上，除了適當時期施肥外，尙需注意無機養分間之均衡，才有利於結球。

四、外葉對結球之影響

Hara等除去甘藍外葉探討其對結球之影響，結果當外葉除去時，糖之合成受到阻礙而無法蓄積，故影響球之形成。當除去部份外葉，則內葉鬆開而補充光合作用能力，但仍減低球重量。故健康且光合作用能力强之外葉，有利於球之形成[17,21]。

五、遮陰對結球之影響

Hara等以不同遮陰配合氮肥量探討其對甘藍結球之影響，結果光照强且氮肥適當，結球最大。光線弱氮肥又過量時，結球產量降低最多，因光合作用不足下，氮肥太多則氮肥代謝受阻，而糖無法貯運而影響結球。設施內栽培結球葉菜類，因光照不足，尤需注意氮肥之施用量[15]。

六、斷根對結球之影響

加藤等人研究甘藍斷根對結球之影響，斷根可以促進葉子之向上性及內葉之捲曲，但並未促進結球，而且斷根越晚，則外葉數減少越多，斷根程度越大，亦使外葉數減少越多，但結球較早，因此根產生cytokin，斷根會影響荷爾蒙平衡而使葉之屈性改變，但根吸收養分受抑制則會影響結球[22]。

七、生長素對結球之影響

伊東等以1%NAA塗抹白菜葉片，塗於葉尖表面者，葉片展開[20]，而塗於葉基或葉背則葉可彎曲生長，證明生長素之運送與結球有關。但之後少有學者從事此方面之研究，僅知生長過程外側老葉auxin含量少，而葉球之含量增加，而生長點及葉之部位auxin及GA含量增加，因此生長素與內葉快速生長有關，但其對結球之影響則需進一步探討之。

結　論

結球葉菜類自播種至結球採收共分四個時期，幼苗期，外葉發育期，內葉分化期及球肥大期。外葉爲光合作用器官，球爲糖之貯藏器官，因此無機養分、子葉、外葉、光照、溫度均會影響球之形成與肥大，氮肥及鈣對甘藍結球影響極大，整個生育期均需充足供應，磷、

硫、鎂則在初期發育及外葉生長期供應即足夠球之發育，鉀除了早期供應外，內葉分化期供應可提高球之緊密度。

糖之同化與累積決定結球之因子，外葉爲光合作用器官，即糖之同化處，健康之外葉，充足之養分、水分才有充足之糖可運至葉球貯藏。

台灣夏季甘藍、白菜結球障礙問題之克服，由生理上了解高溫下對各種養分、水分吸收情形，不同生長期對高溫之反應，及高溫下糖之合成、代謝及貯藏，進而由遺傳上探討控制結球之基因表現，找出與生理相關之選拔指標，以解決夏季栽培結球菜類之困難。

參考文獻

1.安志信、鞠珮華、部官常 1990 大白菜子葉光合功能及其對幼苗和產量的影響 園藝學報 17(4)288-292。

2.李家文 1983 中國的白菜 農業出版社 北平 pp

3.陳 機 1984 大白菜形態學 科學出版社 北平 pp116

4.台灣省政府農林廳 1991 80年台灣農業年報 80-83

5.Hanson, J.B. 1983 The role of calcium in plant growth. In Randall, P.D., D.G Blevins and R. Larsored. Current topics in plant biochemistry and physiology Vol I. 1-24

6.Hara, T., Y. Sonoda and I. Iwai 1976 Growth responses of cabbage plants to tra nsition elements under water culture conditions. I. Titanium, vanadium, chromium , manganese and iron. Soil Sci Plant Nutr. 22:307-315.

7.Hara, T., Y. Sonoda and I. Iwai 1976 Growth responses of cabbage plants to transition elements under water culture conditions. II. cobalt, nickel, copper, zinc and molybdenum. Soil Sci. Plant Nutr, 22:317-325.

8.Hara, T., Y. Sonoda., and I. Iwai. 1977 Growth responses of cabbage plants to lithium, sodium, and rubidium under water culture conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 23:531-539.

9.Hara, T., T. Tanaka, Y. Sonoda and I. Iwai 1977 An interaction between magnesium and calcium in cabbage nutrition. J. Japan Soc. Hort. Sci. 46:189-192.

10.Hara, T. and Y. Sonoda, 1979 Comparison of the toxicity of heavy metals to ca bbage growth, Plant Soil. 51:127-133.

11.Hara, T. and Y. Sonoda, 1979 The role of macronutrients for cabbage-head for mation. (Preliminary report). Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant. Soil Sci. Plant Nutr. 25:103-111.

12.Hara, T. And Y. Sonoda, 1979. The role of macromtrients for cabbage-head fo rmation. I Contribution to cabbage-head formation of nitrogen, phosphorus, or potassium supplied at different stages. Soil Sci. Plant Nutr. 25:113-120.

13.Hara, T. and Y. Sonoda. 1981 The role of macronutrients for cabbage-head for mation, II. Contri-

bution to cabbage-head formation of calcium, magnesium, or sul fer supplied at different growth stages. Soil Sci. Plant Nutr.27:45-54.

14.Hara, T., T. Kizawa and Y. Sonoda. 1981. The role of macronutrients in cabba gehead formation III. Cabbage-bead development as affected by nitrogen and light. Soil Sci. Plant Nutr. 27:177-184.

15.Hara, T. and Y. Sonoda, 1981. The role of macronutrients in cabbage-head for mation. IV Effects of nitrogen supply or light intensity on the growth and the $^{14}CO_2$ and NH_3-N assimilation of cabbage plants Soil Sci Plant Nutr. 27:185-194 .

16.Hara, T., K. Sugimoto and Y. Sonoda. 1981 Nutritional relationship between nitrogen and sulfer in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) J. Japan Soc. Hort. Sci 50:60-65.

17.Hara, T., A. Nakagawa and Y. Sonoda. 1982 Effects of nitrogen supply and removal of outer leaves on the head development of cabbage plants. J. Japan Soc. Ho rt. Sci. 50:481-486.

18.Hara, T. and Y. Sonoda. 1982 Cabbage-head development as affected by nitrogen and temperature. Soil Sci. Plant Nutr. 28:109-117.

19.Harrison, H.C. and E. L. Bergman. 1981 Calcium, magnessium and potassium interrelationships affecting cabbage production. J. Amer. Soc. Hort. Sci 106(4):500 -503.

20.Ito, H. and T. Kato. 1957 Studies on the head formation of chinese cabbage. Histological and physiological studies of head formation. J. Japan Soc. Hort. Sci . 26:154-162.

21.Kato, T. and A. Sooen 1978 Physiological studies on the head formation in cabbage. I. Effect of defoliation of wrapper leaves on the head formation posture J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47:351-356

22.Kato, T and A. Sooen 1979 Physiological studies on the head formation in cabbage. II. Effect of root pruning on the head formation posture. J. Japan Soc. Ho rt Sci 48:26-30.

23.Kato, T. and A. Sooen 1980 Physiological studies on the head formation in cabbage. III Role of terminal bud in the head formation posture. J. Japan Soc. Hor t. Sci. 48:426-434.

24.Kato, T. 1981 The physiological mechanism of heading in chinese cabbage. In Talekar, N.S. and T.A. Ginggsceds, Chinese cabbage. Proc. First Intl. Symp. AVRDC. Shanhua, Taiwan. 207-215.

25.Kuo, C. G., J. S. Tsai and R. J. Chen 1981 Tipburn of chinese cabbage in relation to calcium nutrition and distribution. Scientia Horticulturae. 14:131-138.

26.Kuo, C. G., B. J. Shen, H. M. Chen, H. C. Chen and R. T. Opeira 1988 Associations between heat tolerance, water cansumption, and morphological characters in chinese cabbage. Euphytica 39:65 -73.

27.Maynard, D. N., B. Gersten and H. F. Vernell. 1965 The distribution of calcium as related to internal tipburn, rariety and calcium nutrition in cabbage. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:392-396.

28.Palzkill, D. A., T. W. Tibitts and P. H. Williams. 1976 Enhancement of calcium transport to inner leaves of cabbage for prevention of tipburn. J. Amer. Soc.H ort. Sci. 101:645-648.

Summary

Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata.* L.), chinese cabbage (*Brassica* rapa L. pekinensis group), lettuce (*lactuca sativa* L.)are the important members among the leafy vegetables. Physiologically they are different from others in having the characteristics to form the leafy " head". The head starts to form at the growth stage when a certain number of outer leaves have developed. The characteristics of outter leaves are different from the inner ones, which compose the head. Outer leaves have the function to perform photosynthesis, while sugars are accumulated in the inner ones as the storage. The growth process of these leafy vegetables with the "head" tends to resemble to that of fruit vegetables.

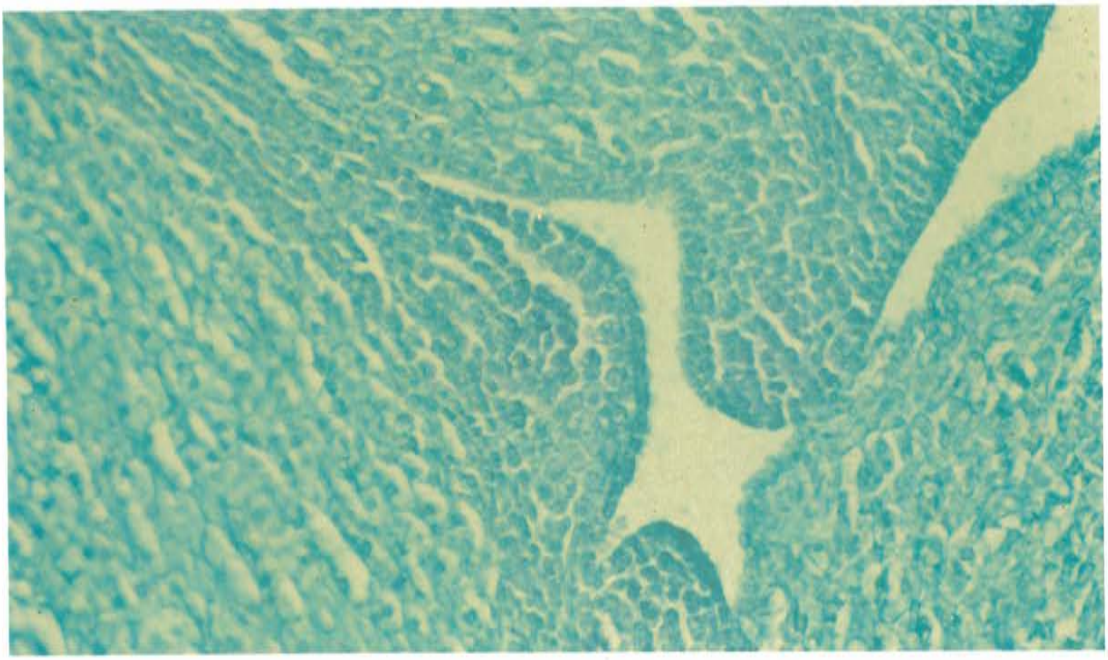
There are four growth phases of heading vegetables from sowing to heading and harvesting. The first phase is the initial growth phase or seedling stage, the second is the outer leaves expansion phase, the third is the inner leaves diff erenciation phase, or the head formation stage, and the fourth is the head development phase.

Morphologically changes of leaf shape and leaf area promoth epinasty ofthe leaves and head formation. Anatomic observation also showed morphological changes of meristem at early stage of heading.

There are several factors affecting head formation and development. Such as inorganic nutrient, water consumption, light and temperature. Partial removal of outer leaves result in poor development of the head since they are the photosynthetic organ. Head yield decreases with the decrease of light intensity, and temperature higher than 20℃ results in low rate of head growth.

Large amount of introgen and calcium is required for the growth during the whole life cycle; potassium is required at 1 st and 3rd growth phase; phosphorus, magnesium and sulfur are required during the early growth phases. Excess introgen offect head formation, the content of introgen in outer leaves being 2-3% and the c/v ratio between 5 and 15 are favorable for head development.

Through the understanding of the mechanism in physiology of head formation, technics in the cultivation of heading leafy vegetable may then be improved, and indics of selection for breeding be gotten.



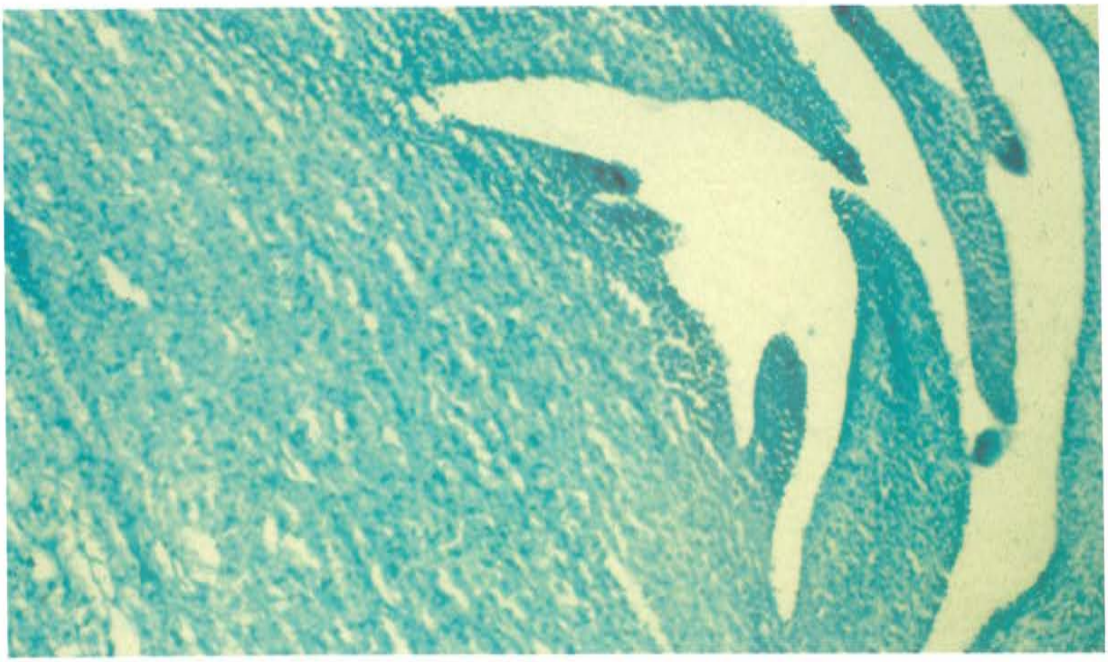


圖 5. 甘藍苗期莖頂解剖構造

Fig 5. Anatomy morphology of meristem of cabbage seedling.

圖 6. 甘藍定植後7週莖頂解剖構造

Fig 6. Anatomy morphology of meristem of cabbage in 7 weeks after transplanting.

5/6

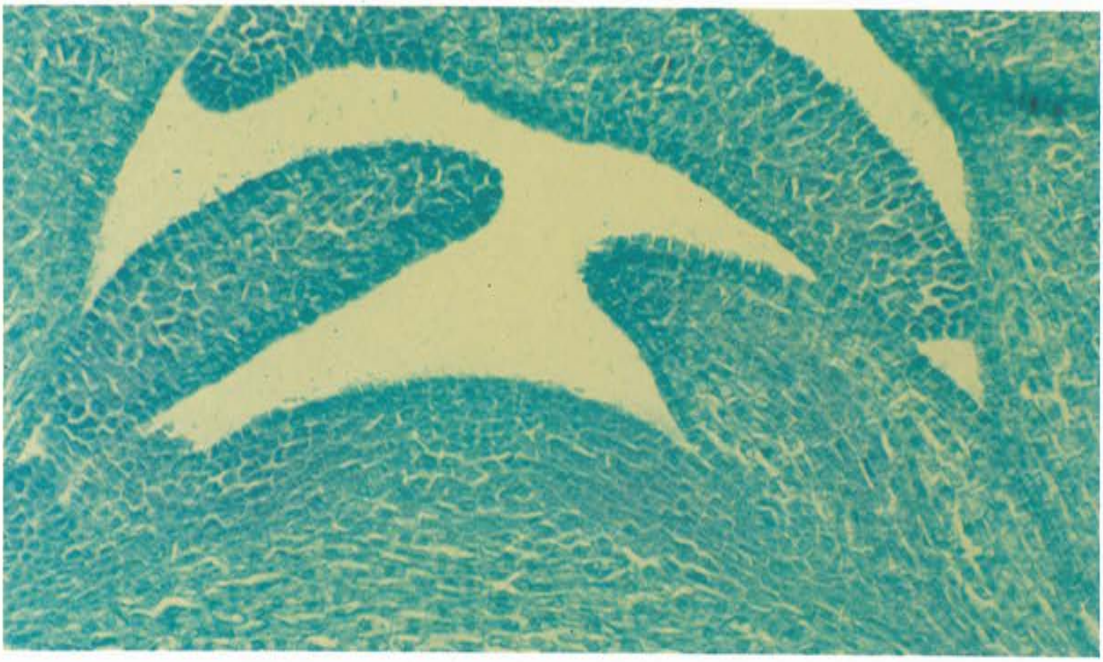


圖 7. 甘藍定植後10週莖頂解剖構造
Fig 7. Anatomy morphology of meristem of cabbage in 10 weeks after transplanting.

VAGETABLES SOILLESS CULTURE IN TAIWAN

by

T. F. Sheen, M. M. Hsu

Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI,

J. H. Lin

National Chung-hsing Universtity,

Key words : Soilless culture, Vegetables, Taiwan

SUMMARY

The earliest recorded scientific approach to soilless culture in Taiwan was in 1969 in the form of gravel culture. Commercial-oriented water culture researches started in 1984 with rockwool culture initiatied in 1988. The total acreage of soilless culture in Taiwan is estimated to be about 35 hectares in 1990. Among the 35 hectares, 20 hectares are water-cultured water convolvulus, leaf lettuce, pei-tsai, chinese kale and amaranthus etc.; 13 hectares are rice-hull-cultured pea sprout; 1.2 hectares rockwool carnation and 0.5 hectare gravel cultured daylily.

Soilless culture systems used includes : water level regulating system and forced circulating system (deep water type); improved NFT system; root-floating system and rockwool culture.

Yamasaki's n/w formula developed in 1976 for calculating solution composition was adopted or slightly modified to fit for each culture system. The optimum nutrient composition in culture solution for some tropical vegetables are shown below:

	NO_3-N	P	K	Ca	Mg(me/l)
Leaf lettuce	7	1.5	4.5	2.5	1
Water convolvulus	10	4	7	3	2
Muskmelon (spring)	13	4	5.5	7.5	4
(summer)	14	4	7	7	4

Researches needed to be taken into account in the future are :

1.To develop suitable soilless culture systems for fruit vegetables.

2.To establish nutrient compositions and concentrations for the tropic areas.

3.To develop adequate techniques for controlling root diseases, such as *phytophthora, pythium* and *fusarium* spp.

4.To create low cost equipments and installations.

INTRODUCTION

Horticultural crops under structure in Taiwan was established mainly to prevent damage from heavy rainfall in summer and to protect from low temperatures in winter. Consequently, unlike the northern countries where glasshouses and heating systems are standard equipments, less complicated facilities, e.g., tunnel plastic structures or net houses are widely used in Taiwan. Using these structures, high quality and stable yielding horticultural crops have been produced on a total area of 1,560 hectares in 1989. However, the lands under structure tend to have soil problems due to continuous cropping year after year. Soilless culture under these structures was thus developed. The total acreage of soilless culture in Taiwan is estimated to be about 35 hectares in 1990 (Fig. 1). The acreage is expected to increase in the future years.

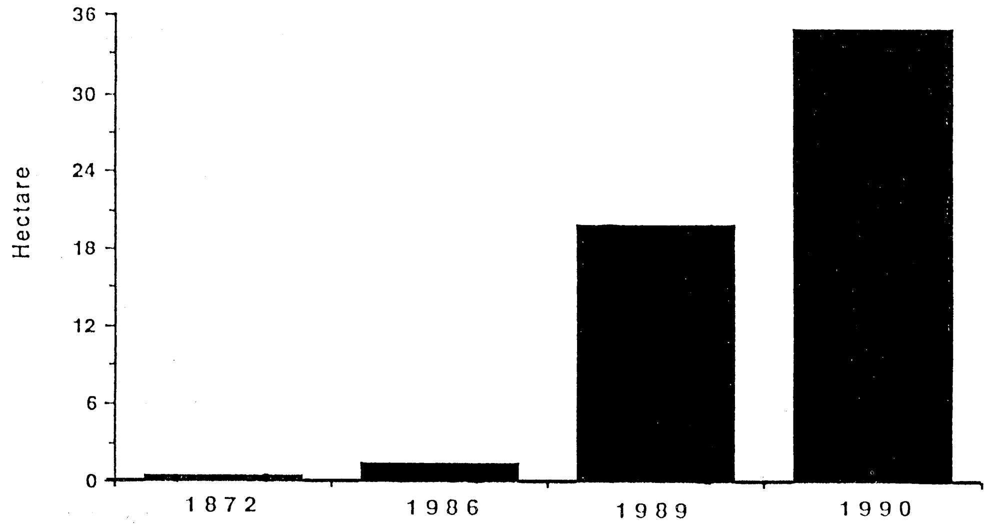


Fig. 1. Chronological change of soilless culture acreage in Taiwan.

COMMERCIAL SOILLESS CULTURE SYSTEMS

Soilless culture in Taiwan can be classified into three major groups, designated as water culture, aeroponics and medium culture, according to the culture medium and application systems (Fig. 2). The primary water culture systems used presently are deep water and NFT cultures. However, there are drawbacks for thses two systems. For deep water culture system. despite the additional pumps applied in the system, the dissolved oxygen can not meet the high oxygen demand of plants in summer. For NFT system, the relatively high variation of solution temperature makes

it difficult to manage, although the cost of this system is relatively low. An alternative system, the capillary-circulating system (Fig. 3), which possess both the advantages of NFT and root-floating systems, is energy-saving and gives good root system, deserves to be paid more attention to. Aeroponics is used only in part of the pea sprout production industry. Gravel culture, the prototype of soilless culture in Taiwan, is now still being used on daylily culture. The majority of the pea sprout producers use milled rice hull and sawdust as growing media. Rockwool, a popular culture system in Europe and Japan, is emerging in Taiwan.

- Soilless culture
  - Water culture
    - 1. Water level regulating system
    - 2. Forced circulating system
    - 3. N.F.T system
    - 4. Root-floating system
  - Aeroponic
  - Media culture
    - 1. Rockwool culture
    - 2. Gravel culture
    - 3. Rice hull culture
    - 4. Sawdust culture

Fig. 2. Soilless culture systems in Taiwan

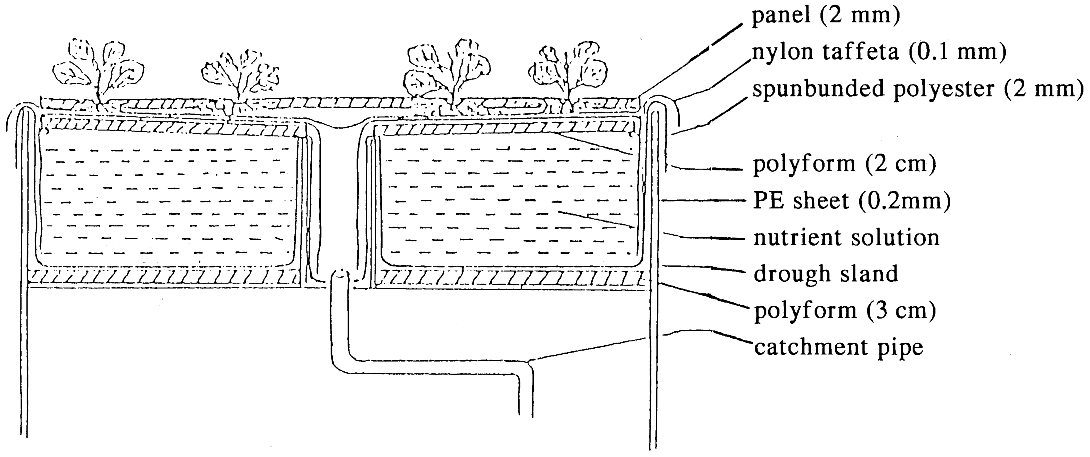


Fig. 3a. Diagram of capillary-circulating hydroponic system

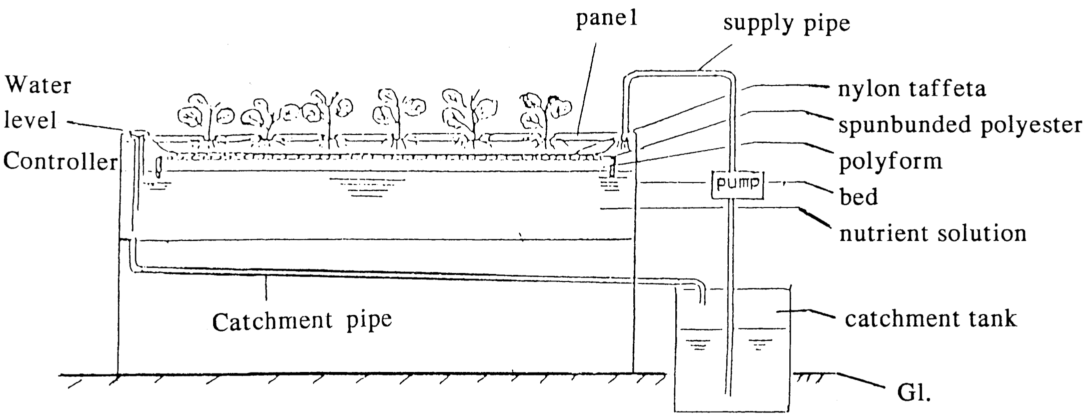


Fig. 3b. Diagram of capillary-circulating hydroponic system

COMMERCIAL-SCALE WATER CULTURED CROPS

Up to the present, more than 95% of the crops grown by water culture systems are vegetables (Table 1). Leaf vegetables, such as pea sprout, water convolvulus, leaf lettuce, pei-tsai, kale, amaranthus and spinach, comprises 90% of the water cultured vegetable. The trend is different from that of the temperate zone where fruit vegetables, e. g. tomato and cucumber, are prevailing. As leaf vegetables are short-termed crops, plants are harvested every 20 to 30 days, about 15 to 20 times a year. Water convolvulus, a perennial crop, can be harvested every 10 to 20 days and more than 24 times a year. This is a system that is close to plant factory (Table 2).

Table. 1. Cultivated crops in hydroponics

Leaf vegetables :	amaranthus, chinese kale, leaf lettuce, pea sprout, pei-tsai, spinach, water convolvulus.
Fruit vegetables :	cucumber, melon, tomato.
Flowers :	carnation.

Table. 2. Harvesting times of water convolvulus grown by root-floating water culture system

Area	Growing period	Growing days	Harvesting times	Yield kg/m^2	Annual yield kg/m^2/year
Kaohsiung	Apr.-Oct.	10-13	17	1.8	43.2
	Nov.-Mar.	18-20	7		
Taichung	Apr.-Oct.	10-14	16	1.54	35.4
	Nov.-Mar.	20	7		
Taipei	Apr.-Oct.	13-15	12	1.65	29.7
	Nov.-Mar.	24-25	6		

COMPOSITION OF NUTRIENT SOLUTION AND ITS MANAGEMENT

The management of nutrient solution follows (or slightly modified) the formula developed by Yamasaki et. al., (1976). The apparent absorption concentration and composition of nutrient solution for some vegetables are listed in Table 3.

The n/w method for calculating solution composition and concentration is also being studied on some tropical vegetables. The following formulas describe the calculation (Fig. 4):

At the beginning a certain amount of nutrient (m) is dissolved in water (a), so that the concentration of the solution is:

$$y=m/a$$

After a period of time, some water (w) and nutrient (n) is lost in the system. The new solution concentration is now:

$$y_1=(m-n)/(a-w)$$

The concentration of water removed can be calculated from the above two equations:

$$n/w=a/w(y-y_1)+y_1 \quad (\text{if } y>y_1)$$

$$\text{or } n/w=y_1-a/w(y_1-y) \quad (\text{if } y_1>y)$$

Due to evaporation the n/w value does not show exactly the water amount absorbed by plant roots, the ratio, however, is valuable in the management of solution concentration. An example is the NO_3-N concentrations and water amount in a leaf lettuce growing solution were 7.5 me/l (y, initial concentration), 600 l (a, initial water amount) and 7.7 me/l (y_1, final concentration), 124 l (w, water removed). The n/w value of NO_3-N in water at the end can be calculated as:

$$n/w=7.7-600/124(7.7-7.5)=6.73(me/l)$$

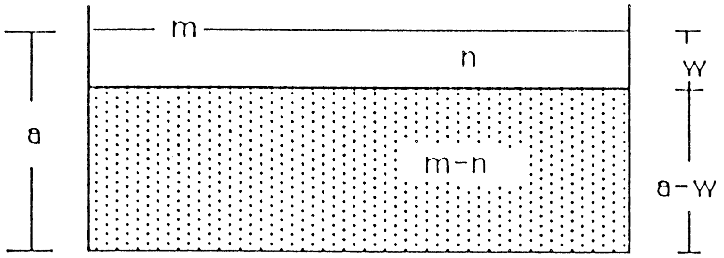
By using this method water convolvulus, leaf lettuce, pei-tsai and melon were studied (Table 4). The formula has also been put into commercial-scaled culture with the results of water convolvulus, leaf lettuce, pei-tsai shown in Fig 5, 6 , 7. The management of culture solution can become easier when EC and pH is kept stable. Optimum n/w value in the culture solution is essential for plants to get balanced growth. From the results achieved so far, it is proved that the concentration and composition obtained from n/w can be used practically.

Table. 3. Optimum n/w of some vegetable crops (Yamasaki. etc. 1976)

Crops(cultivar)	me/l				
	NO_3-N	P	K	Ca	Mg
Melon(Pearl)	13	4	6	7	3
Cucumber(Suyo)	13	3	6	7	4
Tomato(FTUR-3)	7	2	4	3	2
Sweet pepper(Shimofusa)	9	2.5	6	3	1.5
Lettuce(Great lake 366)	6	1.5	4	2	1
Eggplant (F_1 Nagaoka-2)	10	3	7	3	2
Turnip(Kana machi)	14	2	10	4	2

Table. 4. Optimum n/w of some tropical vegetables

Crops(cultivar)	(n/w) me/l				
	NO_3-N	P	K	Ca	Mg
Leaf lettuce(Ta-Chiou)	7	1.5	4.5	2.5	1
Water convolvulus(Chu-yue)	10	4	7	3	2
Earl's melon(spring)	13	4	5.5	7.5	4
Earl's melon(summer)	14	4	7	7	4



Beginning solution concentration $y=m/a$

End solution concentration $y_1=(m-n)/(a-w)$

Concentration of water removed $n/w=a/w(y-y_1)+y_1$

or $n/w=y_1-a/w(y_1-y)$

where m, n are nutrient; a, w are water amount.

Fig. 4. n/w method for calculating solution composition and concentration.

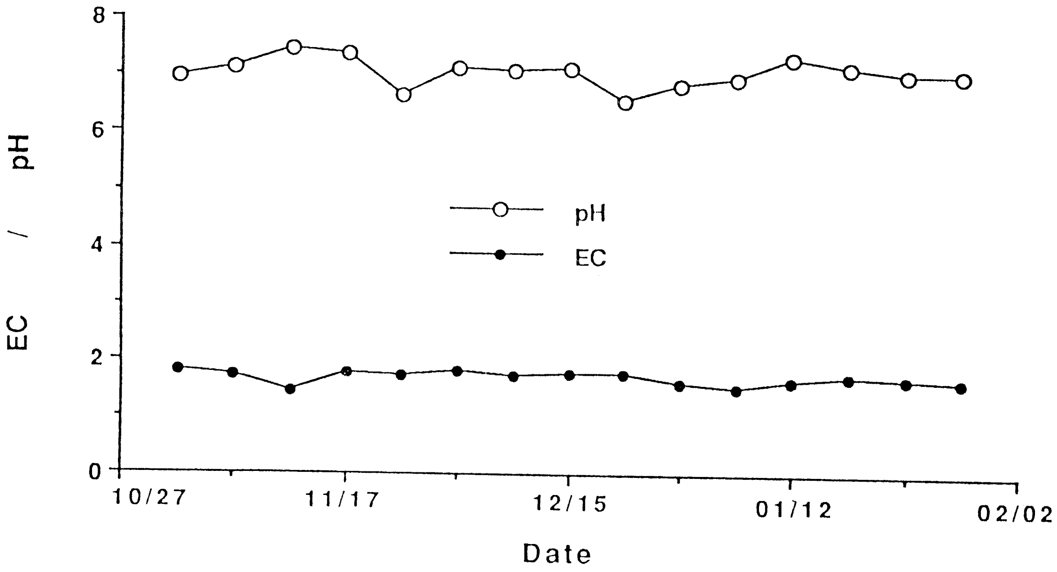


Fig. 5. Variations of pH and EC of water convolvulus grown in winter.

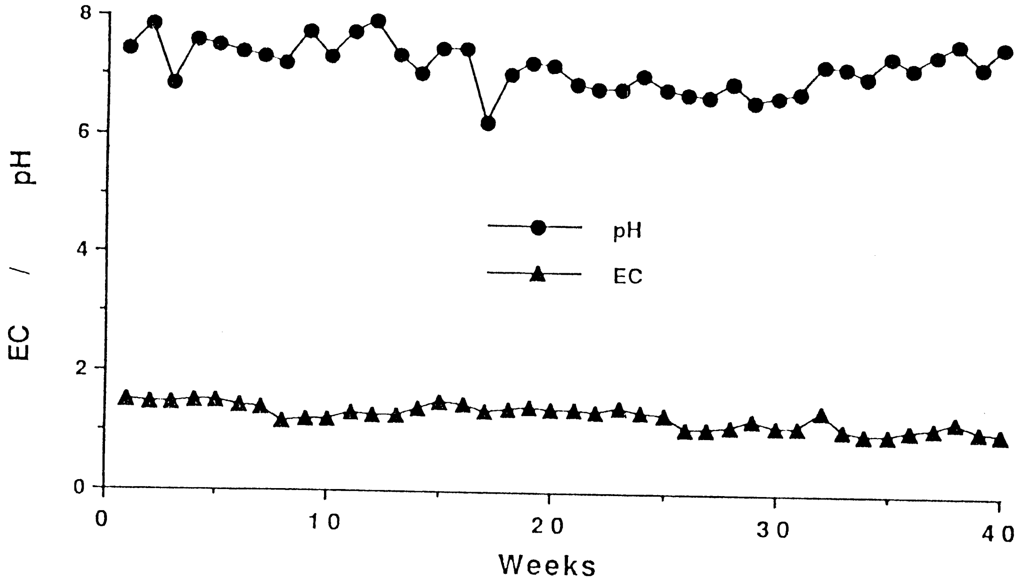


Fig. 6. Variations of pH and EC of leaf lettuce grown in root-floating water culture system

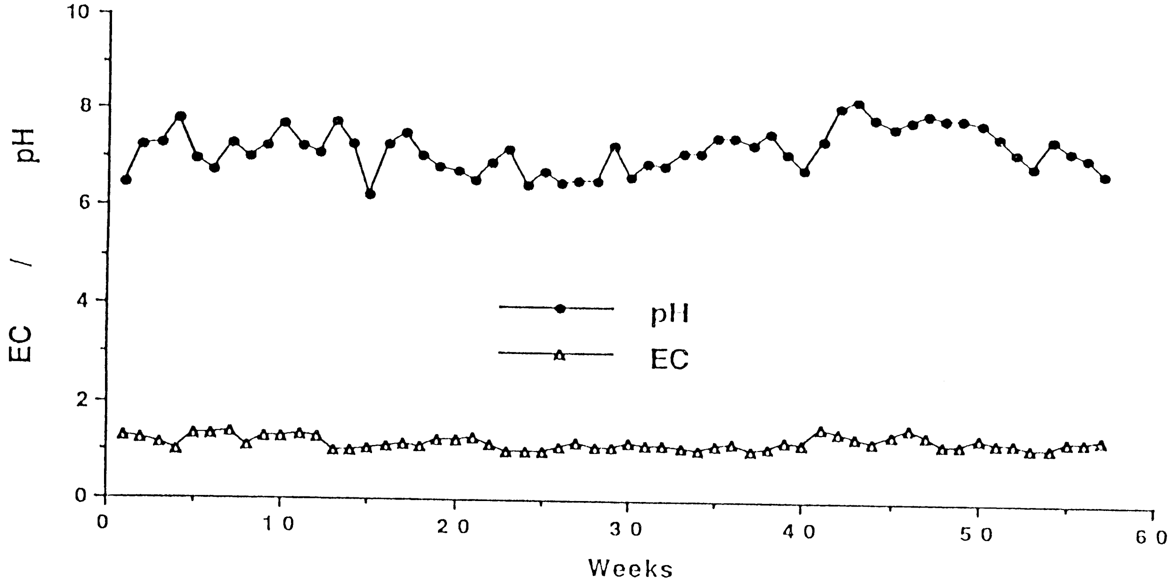


Fig. 7. Variations of pH and EC in the cultural solution of pei-tsai grown by root-floating culture system.

Based on the daily consumption, the two curves of water removal by muskmelon grown in differnent seasons are shown in Figure 8 and 9. According to the water removal data, the development of muskmelon can be divided into 4 stages, namely, the vegetative stage, the pollinated stage, the fruit development stage and the fruit mature stage. The quantity of water removed in the growing seasons was recorded the highest in the fruit development stage. The pollinated stage, the fruit mature stage and the vegetative growth stage were the second, third and last, respectively, with regard to water removal. A day/night water removal study by muskmelon plants showed that there was not much difference during the night, while quite different in the day. The amount of water removed per plant in the summer is much higher than in the spring (Fig. 10 and 11).

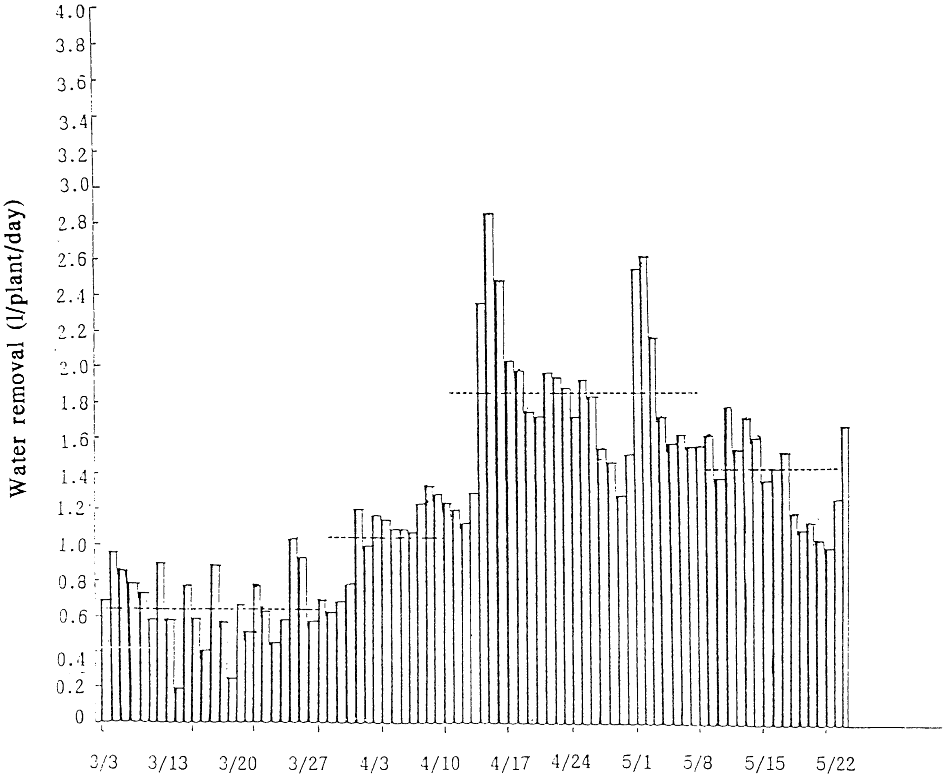


Fig. 8. Water removal by muskmelon grown in spring(1987)

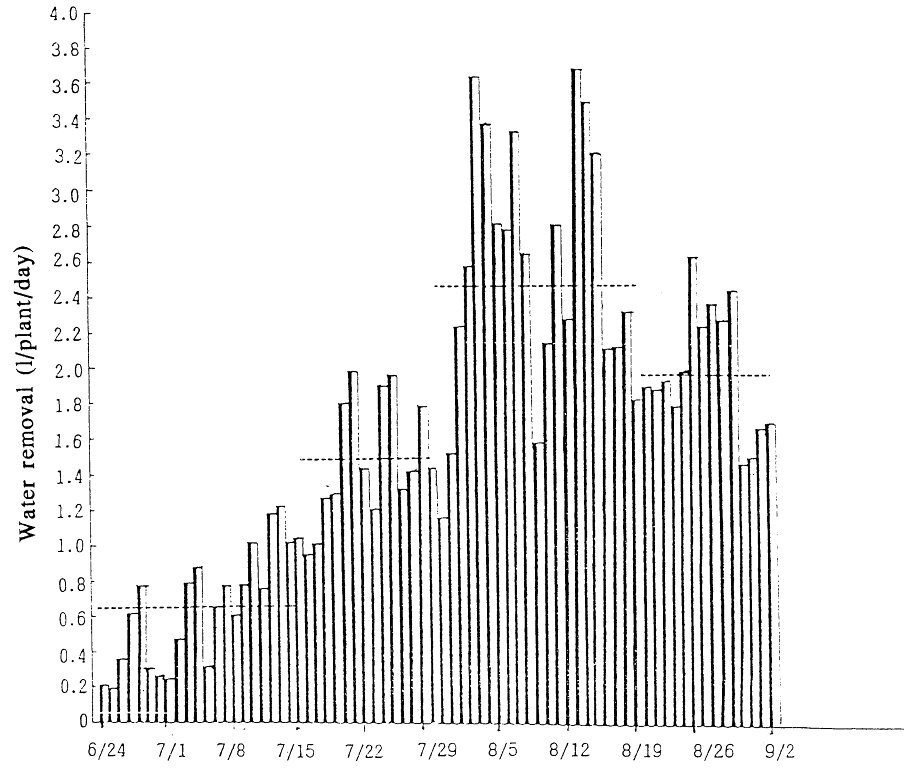


Fig. 9. Water removal by muskmelon grown in summer (1987)

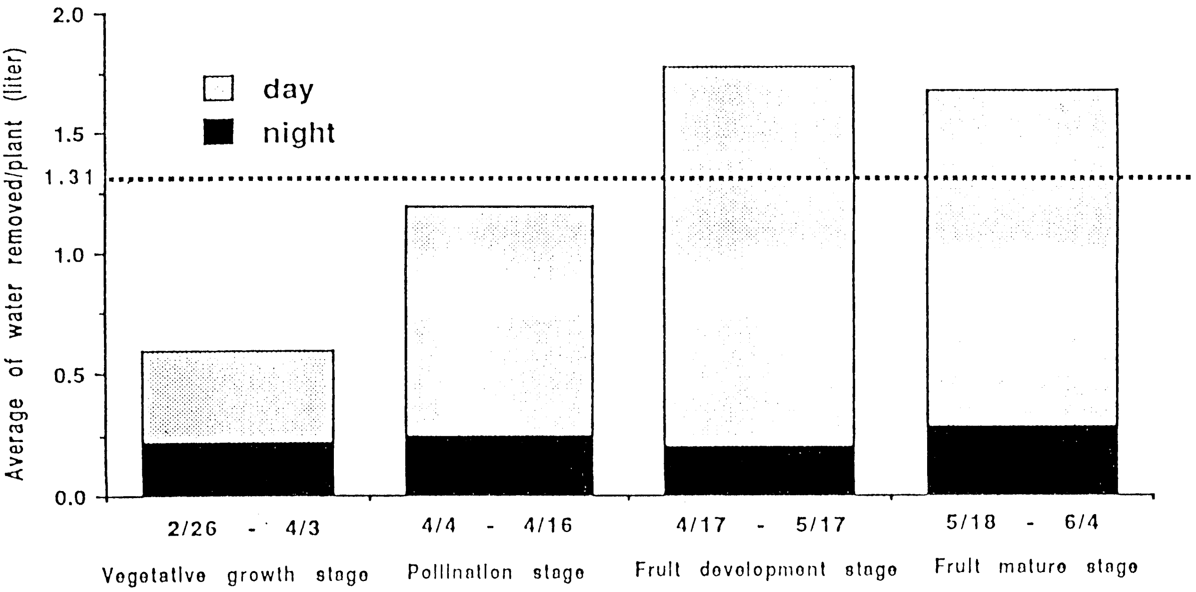


Fig. 10. Water removed by muskmelon grown in the spring of 1989.

PEA SPROUT PRODUCTION

Milled rice hull or sawdust as culture medium, or hydroponics in form of mist-spray are the two soilless culture systems used in pea sprout production in Taiwan. The seeds are first kept at 20-24℃ in the dark for germination and then transferred to 60% shading to commence green color formation. Usually 1.4-1.5 kg pea sprouts can be produced from 1 kg seeds.

Process of pea production

1. Seed selection

   Dun pea seed selected by sieve #14

2. Germination

   1)Seed soaked in running water for 6-8 hrs.

   2)Seedling tray (60 × 30 × 3 cm) filled with rice hull or sawdust as growing medium.

   3).Sowing 300-400 g seeds in each seedling tray.

   4).Spray with water and keep up high humidity.

   5).Keep the trays with seeds at 20-24℃ in darkness for 4 days.

3. Sunshine

   1).Seedlings are transferred to greenhouse with 40% light for 4-6 days to develop chlorophyll

and expand the young leaves.

2).Keep spray with water

4.Harvesting

Pea sprouts are harvested at 10-12 cm height about 8-12 days after sawing by machine.

5.Package and storage

Packed in plastic bags and stored at 5℃.

FUTURE NEEDS

1.To develop suitable soilless culture systems for fruit vegetables.

Although there are advantages for growing leaf vegetables, e.g. short growing and cash return cycles, the high labor cost, i.e. more than 60% of the running cost goes to labor for seeding, planting, harvesting and packaging make the industry uncompetitive. It is thus desirable to develop cultural systems for fruit vegetables, such as tomato, cucumber, muskmelon, luffa or bitter gourd, that have long growing season and do not need constant renewal planting and harvesting like the leaf vegetables do in future.

2.To establish nutrient compositions and concentrations for the tropical areas

Despite the well establishment of a variety of nutrient formulas for many crops in the temperate zone, it is still necessary to develop new or modified formulas from those developed ones for tropical areas due to the fact that the crop species, weather condition, i.e., temperature, day length and light intensity, and culture systems in the tropics are different from that of temperate areas. Through the basic studies, the establishment of the nutrient management systems will be able to prevent the drastic changes of the concentration and pH in the solution which is very harmful to the plants and diminish the need of constant solution renewal.

3.To develop adequate techniques for controlling root diseases, e. g., *phytophthora, pythium* and *fusarium,* etc., in the circulated water culture systems.

4.To create low cost equipments and installations.

Although there are many advantages for water culture, the cost for the external structures and internal facilities, such as instruments for automation and others, is still relatively high. To create low cost equipments and facilities is a must for further development of soilless culture.

REFERENCES

1.Sheen, T. F. 1985. Preliminary results of several vegetables grown in hydroponic culture. Proc. Improvement. Veg. Prod. in Summer Season, TDAIS. pp. 19 3-212. (Chinese with English sum-

mary).

2. Sheen, T. F. 1987. Nutrient absorption of leaf lettuce grown in root floating hydroponics. J. Agric. Res. China 36:372-380. (Chinese with English summary).

3. Sheen, T. F. and M. M. Hsu. 1990. Studies on nutrient uptake of greenhouse Muskmelon. J. Agric. Res. China 39:55-64. (Chinese with English summary).

4. Koa, T. C., S. T. Chang, T. S. Hong and S. I. Ling. 1989. A novel system design studies on the tropical hydroponic technique - An improvement on the DRF hydroponic system. Proc. 2nd Cong. on Hort. Prod. Under Structure. FTHES. pp. 130-147. (Chinese with English summary).

5. Yamasake, K., Y. Suzuki and Y. Shinohara. 1976. Studies on water culture of several vegetables with special reference to the control of nutrient solution and ratio of nutrients absorption per water consumption (=n/w). Mem. Fac. Agric. Tokyo Univ. Education 22:53-100 (Japanese with English summary).

台灣蔬菜之無土栽培

沈再發　許淼淼　林正宏

鳳山熱帶園藝試驗分所　國立中興大學

關鍵字：養液栽培、蔬菜、台灣

摘　要

台灣之無土栽培始於1969年。礫耕、水耕於1984年，岩綿耕於1988年開始有經濟生產。目前栽培面積估計約有35公頃。其中水耕約20公頃，以蕹菜、葉萵苣、白菜、芥藍、茼蒿、莧菜等為主，岩綿耕1.2公頃以番茄為主，礫耕0.5公頃以金針菜為主。另有13公頃的木屑或稻殼耕，以生產豌豆苗為主。

栽培方式可分為水位調節法、強制循環法、養液薄膜法、浮根法和岩綿法。

養液之組成與濃度，大部分依據或修正山崎等所發表之n/w處方。另下列數種熱帶性蔬菜之配方，經試驗後，訂定如下：

	NO3-N	P	K	Ca	Mg(me/l)
葉萵苣	7	1.5	4.5	2.5	1
蕹　菜	10	4	7	3	2
溫室洋香瓜(春作)	13	4	5.5	7.5	4
(夏作)	14	4	7	7	4

今後尚待加强研究事項：

1.發展適當之果菜類栽培。

2.建立適合熱帶地區養液組成濃度。

3.加强循環式的根部病害防治技術，如*Phytopthora*、*Pythium*、*Fusarium*等。

4.發展較為低廉的裝置和設備。

討　　論

余增廷問：

溫室水耕栽培洋香瓜一株可結四十個果實、番茄一株可結一萬多個果實，請評估一下其經濟效益？

沈再發答：

日本於世界博覽會所展示一株番茄從種植後可連續收獲12,000～15,000個果實。此爲意指作物有此潛力，只要技術上突破。因爲在一個較大的空間，於很長的時間，在環境與養液之控制下，可達到此目的。但此並非爲目前的經濟栽培方式，所以其經濟效益不能估算。相反的以正常之栽培方式，如番茄每十公畝地以水耕或岩綿耕種植約2,500株，每年一作或二作，其產量可達25～30公噸，洋香瓜每十公畝種約2,000株，每株只留一果，每年可3～4作，其果實品質一致，才是正常可行經濟的評估。

賴森雄問：

1.台灣發展水耕之前途如何？
2.利用水耕栽培果菜類蔬菜之前途如何？

沈再發答：

1.水耕爲養液栽培或無土栽培的一種，在此應指養液栽培。台灣之養液栽培僅有5～6年的歷史，由於時間短，技術上仍尙未完全確立。並且因台灣位亞熱帶地區，環境條件與作物種類不儘與溫帶地區相似，有待克服的問題很多，諸如栽培方式，養液之組成濃度……等，仍有待時間考驗與各方面的配合努力。目前爲止約有20公頃之養液栽培面積，另有約近10公頃的豆苗生產。由於可避免連作障害，經營上之設施化使勞力的減輕，並可增加收量提高品質，在土壤栽培不適的地區也可生產。雖然其投資大，養液之緩衝力較小，而仍有病蟲害侵害的危險。但是技術之突破的話，仍有前途的。也許高價的花卉或組織培養種苗生產的結合，種苗工廠的生產方式都是有潛力的。
2.目前台灣仍以短期的葉菜類爲主，葉類除小部份的番茄第一、二位農家之洋香瓜外，尙沒有其他菜葉類。由於菜葉類生產期短，其播種，定植，收穫，包裝等仍需費大量工，所以期待有較長期的果葉類發展。葉菜類只有營養生長時期，期間短較易栽培，果菜類除營養生長外，尙有生殖生長，還有果實的品質問題，所以技術要高，本省有需要發展適合熱帶地區的果菜種類，但並非2～3年的短時間就可一蹴而成，尙有待大家的努力。

Fig. 11. Gravel culture used for day-lily porduction.

Fig. 12. Root-floating system used for water convolvulus production.

Fig. 13. Root-floating system used for muskmelon production.

11	12
13	

Fig. 14. Rockwool used for tomato production.

Fig. 15. Pea sprout production.

Fig. 16. N. F. T. improved system used for vegetables production.

14
15 | 16

葉菜類的採收後生理及處理

王　自　存

國立台灣大學園藝學系

摘　　要

葉菜類是指所有以葉部爲其主要供食用部份之蔬菜，常見之代表性葉菜如結球型之甘藍菜、結球白菜、結球萵苣，簇生型的小白菜、青江菜、芥藍菜、菠菜，以葉柄爲主的芹菜，以及蕹菜、莧菜等蔬菜。葉菜類在處理上是屬於極容易敗壞的一群作物，多數的貯運壽命都很短，這主要導源於葉菜類都是生長中的組織而且葉片是植物行光合作用的器官，所以在形態構造以及生理上具有以下的一些特性，影響其採後的新鮮壽命：(1)在常溫下的呼吸速率甚高，尤其是含頂芽及較多幼嫩組織者；(2)頂端部份在採收後仍有生長的現象；(3)葉片組織大部份由薄壁細胞組成且含水量高，所以很容易在採後受到各種機械性的傷害如壓傷、擦傷、碰傷而加速失水及腐爛敗壞；(4)葉片的表面積大，表皮角質化程度低，水份很容易散失而導致萎凋；(5)葉片因含有葉綠素而呈淺綠色至深綠色，但是在常溫中葉片很容易衰老，其主要徵狀爲葉綠素發生分解使葉片黃化。葉菜類在貯藏及運輸期間還可能發生一些生理障礙，影響其品質並減低貯藏壽命；重要的生理障礙有以下幾種：(1)低溫寒害，發生在不耐低溫的蔬菜如蕹菜；(2)由乙烯所引起的生理障礙，視作物對乙烯的敏感程度而異，例如加速葉片黃化及萵苣的銹斑病；(3)由二氧化碳所引起的生理障礙，敏感者如萵苣及芹菜。基於上述的考慮，葉菜類在採後處理的過程中應遵循下列原則，以減少損耗並維持產品的品質及新鮮度：(1)做好溫度管理，運銷過程中儘可能使產品保持在低溫中；(2)儘量減少產品受到機械性傷害的機會，(3)保持高相對濕度的環境以減少失水；(4)減少產品與乙烯接觸的機會。

前　　言

園產品在採收之後，由於產品本身的生理代謝，以及受到各種的機械性的、環境性的、病理上的傷害等緣故，會使得產品的品質降低甚至因腐爛而完全失去它的商品價值，這些都被視爲是產品在採後運銷過程中的損耗(Postharvest Losses)。近十多年來有關園產品在收穫之後所發生的損耗逐漸受到各方面的重視，許多資料均顯示園產品在採收之後，由於人爲的疏

失、環境不佳、病蟲害等所造成的損失量是很驚人的，這對生產與運銷作業中所投入的人力、物力、時間、金錢都是很大的浪費。而在所有園產品之中，以蔬菜類的損耗率最高，尤其是在比較落後的國家，一些葉菜類作物在採後的損耗率達到50%以上（表一）；即使在先進國家如歐美各國，也被估計平均有10 - 20%的損耗。在國內方面，根據台大農經系許文富教授的調查結果指出，蔬菜由產地運到台北市的拍賣市場的過程中，芹菜、結球白菜、小白菜等三種葉菜的運銷損耗分別是18.69%、28.08%及20.25%，在造成損耗的原因方面是以機械傷害、腐爛、失水及葉片老化爲主。因此，不論是國內或國外，葉菜類在採後運銷過程中的損耗問題是相當嚴重的，而如何做好採後處理的工作是值得大家重視的。

表一　在低度開發中國家一些園產品的生產及採後損失數值

產品名稱	生產量 (1,000 噸)	估計的採後損失 %
洋蔥	6,474	16－35
番茄	12,755	5－50
甘藍	3,036	37
花椰菜	916	49
萵苣		62

資料來源：Postharvest food losses in developing countries.
1978 National Academic of Science.

在各種蔬菜的生產與運銷方面，多數葉菜類在採後的貯運壽命都很短，它們在採收後都很容易受傷敗壞，新鮮度也最不易維持，因此被認爲是一群最不容易做好處理工作的蔬菜。仔細考量其原因，一方面是由於葉菜類產品在產銷方面有它獨特的一些地方，影響一般人對於葉菜類在採後處理方面的基本態度，這可以從兩方面來看：

第一、大多數葉菜種類的生長期短，菜種之間彼此的取代性高，週年之中市場內都可見到相當充裕的葉菜類，因此比較沒有供應失調的問題及長期貯藏的需要，由於這種看法，使得有關葉菜採後保鮮方面的工作普遍被忽視。

第二、葉菜類的平均單價與其他種類相比是屬於低廉者，因此運銷者在包裝容器的選擇及運銷搬運方面都比較馬虎輕率，造成在運銷時比較高的損耗率。

以上二點是屬於觀念上的問題，幸好在近幾年來已經有了很大的改善，由於消費者的需要及運銷形式的改變，各方面已經愈來愈重視葉菜類的採後處理工作，因此當所有的工作者都明瞭葉菜類的採後處理對減低其採後損失的重要性時，葉菜類在採後處理時所面臨的各種操作上的缺點必將得到改善。

葉菜類的種類

「葉菜類(Leafy vegetables)」，由名稱上來看是指完全（或主要）以葉片及與葉片有關的部份（如葉柄）供食用之蔬菜，依此定義，一般在市場中經常看到的葉菜類有：

1.屬於結球型的結球白菜、甘藍菜、結球萵苣

2.屬於簇生型的小白菜、青江菜、大芥菜、菠菜、萵苣菜、葉萵苣、芫荽、茼蒿、韭菜

3.屬於一般型兼有莖葉的芥藍菜、甕菜、莧菜、油菜

4.屬於幼苗型的豌豆嬰、各種豆芽菜

5.專採其葉片食用的豌豆苗、洛葵、甘薯葉

6.以葉柄為主的旱芹菜、山芹菜、西洋芹菜

與外國相比，國內所生產的葉菜類的種類相當眾多，但是有關各種種類在採後處理方面的基本資料卻相當貧乏，僅有少數的幾種重要的種類（結球萵苣、甘藍、青花菜）由於是歐美國家的重要蔬菜，因此有關的研究報告較多，相關資料容易取得；其他許多在國內更為重要的東方蔬菜如結球白菜、小白菜、青梗白菜、芥藍菜、甕菜、莧菜等等都因為國內過去在這方面的研究工作做得不多，所以基本資料仍有待建立。

站在園產品處理的立場，雖然葉菜類的種類多，個別的資料仍不完整，但是整體葉菜類產品在收穫後的生理表現及運銷過程中的處理方法都很類似，所以可以由此角度來對葉菜類的採收後生理及處理做一個討論。

葉菜類的組成份及其在膳食營養上的重要性

葉菜類是國人在正餐時最常食用的副食蔬菜類，因此它在膳食營養上的地位不容忽視，蔬菜類在膳食營養方面的貢獻主要在三方面：

第一、它是幾種維生素的重要來源：人類所需的維生素C大部份來自蔬菜與水果，而綠色蔬菜也是維生素A、維生素B_1、維生素B_2及葉酸的來源。

第二、它是一些礦物元素的重要來源：葉菜類可以供應鈣、鐵、磷等礦物元素。

第三、它是膳食纖維的主要來源：蔬菜的細胞壁是由纖維素、半纖維素、果膠質、木質素等所組成，這些物質構成了膳食纖維；許多醫學研究結果都指出，攝食多量的膳食纖維素有助於維持人類消化系統的健康。葉菜類如甘藍、芹菜、菠菜、萵苣等均含有大量的纖維素，是膳食纖維理想的來源。

葉菜的種類很多，其組成份也有差異，但由營養要素的含量來看，以顏色愈綠的種類，它所含的營養成份愈高（表二），顏色愈淡的種類，所含的營養成份愈低。

表二　不同綠色葉菜類主要組成份的比較(每100公克的含量)

	深綠色葉菜*	中綠色葉菜*	淡綠色葉菜*
水	85 ml	91 ml	93 ml
熱量	48 cal	28 cal	23 cal
蛋白質	5.0 g	2.0 g	1.5 g
脂肪	0.2 g	0.3 g	0.7 g
醣類	5.0 g	4.0 g	4.0 g
維生素C	100 mg	50 mg	40 mg
維生素B_1	2.1 mg	0.08 mg	0.05 mg
維生素B_2	0.3 mg	0.2 mg	0.05 mg
鈣	250 mg	80 mg	40 mg
鐵	4.0 mg	2.5 mg	0.5 mg

* 深綠色葉菜如菠菜、芥蘭

中綠色蔬菜如青江菜

淡綠色蔬菜如結球白菜、甘藍菜

資料來源：Salunkhe and Desai (1984)

葉菜類在處理上的特性

葉菜類是蔬菜中在採後處理過程中最容易受傷與腐爛一群，除了前面所提到的人爲的因素之外，主要的原因還是由於葉菜類本身在形態構造及採後的生理行爲方面的一些特性，使得葉菜在採收之後很容易發生劣變並導致腐爛與敗壞。

一、葉菜類在形態構造上的特性

1.葉菜類的組織薄弱而且含水量高

葉菜類主要是由植物的葉片(Leaf)所組成，具有食用價值的葉片都是屬於初生的幼嫩組織。由解剖上來看，葉片的組織包括表層(Epidermis)、維管束(Vascular bundle)及葉肉(Mesophyll)三部份。表層組織由表皮細胞、氣孔及毛茸所組成，其中表皮細胞佔了表層組織的主要部份，由於葉菜類的表皮細胞都是初生組織，它與外界接觸的細胞壁表面的角皮層(Cuticle)並不發達，不是尙未發育(初生的葉片)就是發育不完整(發育中的葉片)，所以角皮質(Cutin)很薄而且尙未覆蓋整個表皮。葉片的最大部份是由葉肉細胞所組成，葉肉細胞是一種典型的薄壁細胞，它只有很單薄的初級細

胞壁，其內部主要爲液胞所佔據，因此葉菜類在所有的蔬菜中，其組織內的水份含量是相當高的。由於具有上述構造上的特性，葉菜類的組織在採後很容易受到各種機械性的傷害如壓傷、擦傷、碰傷而加速失水及腐爛敗壞。

2.葉菜類的表面積與體積的比值很大

所謂的表面積是指產品與空氣接觸的部份的面積，表面積與體積的比值代表每單位體積（或單位重量）的產品所具有的表面積的大小，由此一比值可以知道產品的形態是屬於表面積較大或是體積較大。比值愈大者表示與該產品的表面積比體積大，葉菜就是最具代表性的例子，葉菜主要由葉片組成，一片薄薄的葉片有上下兩個表面，所以表面積與體積的比值很大，一般的比值大都在 10 到 50 之間（表三）。唯一例外是結球性的葉菜如甘藍，由於它的葉片包成球形，只有最外層的葉片與外面接觸，所以表面積與體積的比值很小，只有1.0左右。相對的果菜，其形狀通常是細長的圓柱形或橢圓形，所以表面積與體積之比較小，在 2 到 7 之間。在採後生理上，葉菜類的表面積與體積比值很大，因此有比較大的表面可供氧氣的進入與二氧化碳的排出，但是由於葉菜表皮角質化程度低，水份很容易散失而導致萎凋。

表三　一些常見葉菜與果菜的表面積與體積比值

葉菜名稱	表面積與體積比	果菜名稱	表面積與體積比
甘藍菜	0.45	番茄	0.97 - 1.04
結球萵苣	0.92	大黃瓜	2.13
結球白菜	1.02	小西瓜(金蘭)	2.16 - 2.56
大芥菜	14.5	網紋甜瓜	2.51
芥藍	19.2	甜瓜(美濃)	2.41 - 2.51
芹菜	24.3	絲瓜	2.19 - 2.93
青江菜	31.2	玉米筍	2.28 - 2.58
豌豆嬰	32.5	扁蒲	2.73 - 2.91
菠菜	32.7	甜玉米	3.17 - 3.40
茼蒿	34.7	辣椒	3.96 - 3.48
小白菜	36.2	黃秋葵	4.13 - 4.18
空心菜	42.3	青椒	4.33
芫荽	49.4	苦瓜	4.90 - 5.45
葉萵苣	54.9	小黃瓜	5.67 - 6.30
豌豆苗	55.2	茄子	6.52 - 7.07
韭菜	67.7	豇豆	7.08 - 7.69

資料來源：台大園藝系園產品處理研究室

二、葉菜類在生理上的特性

1.數含有頂芽及幼嫩組織，頂端部份在採收後仍有生長的現象

葉菜主要是由植物地上部的營養器官所構成，其中大部份是以葉片為其主，少部份以葉柄或莖為主。由於植物葉片的分化與生長是持續不斷在進行的，多數葉菜的營養生長的速度都很快，因此當前一片幼葉尚在發育長大中，下一片新葉就已經在逐漸形成。除了一些以摘採成熟葉片來販售的葉菜類外，大多數的葉菜在收穫時不是將整個地上部全部割起，就是摘取含有頂芽及發育中葉片的幼嫩部份，因此不論是簇生型的小白菜、直立型的莧菜或結球型的甘藍，多數都是由頂芽、幼葉及發育中的葉片所組成；由於這些組織仍然具有生長的能力，所以在採收之後會有繼續生長的現象，如頂芽的生長、莖部節間的伸長、彎曲等現象，這些都被認為是不利於產品品質的變化。

2.多數葉菜在常溫下的呼吸速率甚高

呼吸作用是細胞維持其生命所必需進行的最基本的代謝作用，園產品都是有生命的個體，所以呼吸作用是所有產品在採收之後所表現出最為具體的一項生命現象。呼吸作用是一個消耗貯藏養份產生能量的反應，如果細胞內代謝與合成的反應愈旺盛，對能量的需求就愈大，所表現出的呼吸作用就愈强。產品整體的呼吸作用强度反映該產品內部生理活動的强弱，可以作為採後處理上重要的指標。

葉菜主要包含植物的頂梢，由生長點、幼葉及成葉所組成，這些組織分別是在積極的生長中或是在進行光合作用製造養份，它們的細胞的代謝作用都很旺盛。生長中的組織將由成熟的葉片輸入的光合產物以及由根部所輸入的無機營養用來合成細胞生長時所需的各種構造與組成份，成熟葉片則利用光能將二氧化碳固定成為碳水化合物；它們在生理上所表現出的特性是較高的呼吸速率，表示細胞內的活動很旺盛，對能量的需求甚高。在採收之後，由於切斷了營養與水份的來源，在採後之初期細胞內的代謝仍繼續進行，所以其呼吸作用仍然旺盛，然而由於養份迅速消耗殆儘，所以又會逐漸下降，當細胞無法供應維持其生命所需的基本能量時，即會進入衰老，最後崩解而死亡。

3.葉菜類易因蒸散失水而萎凋失水是影響新鮮蔬菜在採收後品質的最重要因素之一。蔬菜的失水是由於蒸散作用(Transpiration)的結果，蒸散作用是植物所進行的基本生理作用之一，它是指植物內部的水分由植物的表面散失到空氣中的現象。植物由生到死，蒸散作用是不斷地在進行的，當園產品在收穫之後便與土壤或母體分離，因此斷絕了水份的供應；此時除非由外界供給水分，否則在採收後所進行的任何蒸散作用，都會導致產品本身不可逆的失去水分，也使得產品的品質降低。失水的直接影響是使得產品的可售重量減少，此外失水也會導致一些重要的品質劣變，包括：外表皺縮、萎凋、質地變軟、失去脆度、加速衰老等。

產品是否容易失水除了與環境的溫度與濕度有關外，也受到產品本身的特性所影

響。葉菜的表面積大，表皮的角質層較薄，在運銷的過程中很容易受到機械性傷害，使得水分直接由體內散失出來，所以葉菜是屬於最容易失水的一群蔬菜，只有結球性的甘藍與大白菜由於形態與構造的關係，失水率比較低一些（表五）。

表四 葉菜與其他種類蔬菜呼吸強度的比較

呼吸強度	呼吸速率範圍（20℃）	產　品
低	10 - 20 mg CO_2/Kg/hr.	馬鈴薯、大蒜
中	20 - 50	甘藍、胡瓜、甜椒、番茄
高	50 - 100	芹菜、結球萵苣、蕹菜、白菜、蘿蔔、花椰菜、
很高	100 - 150	葉萵苣、茼蒿、菜豆、萊豆
極高	> 150	抱子甘藍、菠菜、洋菇、黃秋葵、豌豆莢、青花菜、甜玉米

* 有底線者爲葉菜類蔬菜

資料來源: Hardenburg, Watada and Wang (1985)

表五 一些常見葉菜類的失水常數及實際失水率

葉菜名稱	失水常數* (失重率 %/hr/mbar)	實際失水率** (% 原重)
甘藍菜	0.01	0.58
結球萵苣	0.02	1.37
結球白菜	0.02	1.83
大芥菜	0.13	7.09
芥藍	0.27	13.50
芹菜	0.28	15.04
青江菜	0.15	8.03
豌豆嬰	0.27	16.32
菠菜	0.40	22.06
茼蒿	0.37	21.96
小白菜	0.21	13.53
空心菜	0.31	20.71
芫荽	0.49	25.55
葉萵苣	0.28	17.25
豌豆苗	0.24	13.73
韭菜	0.07	3.92

* 測定條件: 26℃, 44%RH中一小時, WVPD = 19mbar

** 測定條件同上, 時間4小時

資料來源：台大園藝系園產品處理研究室

三、葉菜類在組成份上的特性

1.葉菜類的水分含量高

葉菜類是園產品中平均含水量最高的一群蔬菜，其水分含量佔全重的百分之八十五以上，高者可達百分之九十幾（表二）。水分在葉菜類的品質上居相當重要的地位，水分維持了葉片細胞的膨壓，使其看起來飽滿而新鮮，吃起來有質感。由於形態上與生理上的特性，葉菜在採收之後很容易因失水而使葉片呈現萎凋，影響其外觀質品質；但是在失水尚不嚴重的情況下，可以將葉菜放入水中使其重行吸水而恢復至原有之飽滿程度。

2.葉綠素的變化與葉菜類的品質有密切的關係

葉菜類因含有葉綠素而呈淺綠色至深綠色，因此發育成熟的葉菜應俱有其成熟時應有的綠色；通常，消費者是以葉色是否鮮綠做爲判斷一棵葉菜的品質好壞的標準。綠色的葉片在採收之後會逐漸變黃，主要是由於葉片中的葉綠素發生分解的結果；葉片中的葉綠素在採收之後不久就會開始分解，但是初期的分解產物是仍然具有綠色的脫植醇葉綠素(Chlorophyllide)，所以在外觀上看不出來，到了後期，由於較多的脫植醇葉綠素被進一步的分解成無色，於是葉片的綠色開始消失，轉而呈現黃色。

葉綠素分解的快慢受到許多因素的影響，嚴重失水與有乙烯存在時都會使葉綠素加速分解，幼嫩或接近衰老葉片中的葉綠素也較易分解；而低溫、低氧以及高二氧化碳則可以延緩葉綠素的分解速率，其中尤以低溫的效果最爲明顯。由於葉片的黃化是葉菜類在採收之後最明顯的老化徵狀，因此在採收後保持低溫是維持葉菜新鮮度的一項重要原則。

葉菜類的採後生理障礙

葉菜類在貯藏及運輸期間除了因受傷、腐爛以及自然老化等使其商品價值降低外，還可能爲由於遭遇到不利的環境而發生一些生理障礙，影響其品質並減低貯藏壽命；重要的生理障礙有以下幾種：

一、由低溫所引起的寒害

冷害也被稱爲寒害，是部份園產品在結凍點（ 0℃左右）以上的低溫中貯放時，由於細胞無法適應受到傷害後所發生的一種生理障礙。在葉菜中可以依其對於低溫的敏感性分爲對低溫不敏感類與對低溫敏感類（表六），由表中可知葉菜中的主角－屬於十字花科的蔬菜，都能耐接近零度的低溫，所以沒有冷害的問題；但是有一些屬於熱帶的蔬菜，如蕹菜、甘薯葉、蘿勒等在低溫中會發生心葉變黑，莖部呈紅褐色，葉片脫落等異常徵狀，所以在貯藏時必需注意避免溫度過低發生傷害。

表六 不同葉菜類對於溫度的適應性

對低溫不敏感類葉菜	對低溫敏感類葉菜
甘藍、結球白菜、青菜、小白菜、芥蘭、芹菜、芥菜、青花菜、花椰菜、萵苣、菠菜、茼蒿、豆苗、芫荽、蔥、韭菜、蒜苗	蕹菜、甘薯葉、羅勒、隼人瓜苗

二、由乙烯所引起的生理障礙

乙烯是一種氣態的植物荷爾蒙，因此在極微量的濃度時就會影響植物的生理變化，由於有許多生物性的質生物性的來源都會產生乙烯，所以在蔬菜貯藏與運輸的環境中，經常都會有少量的乙烯存在。這些乙烯可能會對產品帶來一些不利的影響，就葉菜而言，加速葉片的黃化以及促進離層的產生是乙烯可能引起的最普遍的生理反應，另外乙烯可能會促進組織的纖維化。比較特別的生理障礙是由乙烯所引起結球萵苣的鏽斑病(Russet spot)，使葉柄上出現紅褐色的斑點如生鏽一般，嚴重影響其商品價值。

三、由高二氧化碳所引起的生理障礙

二氧化碳是呼吸作用的產物，因此在密閉的情況下會累積在空氣中，當其濃度太高時會使產品發生生理障礙。

表七 一些葉菜類對二氧化碳的容忍度以及由二氧化碳造成的生理障礙

葉菜種類	二氧化碳容忍度(%)	生理障礙
結球萵苣	2	葉柄褐斑
結球白菜	7.5	加速腐爛，產生異味
甘藍	10	內部褐變
青花菜	15	產生異常風味
抱子甘藍	15	內部褐變
芹菜	20	心部變色，產生異味

資料來源：Weichmann (1987)

葉菜類採後處理流程與要點

葉菜的種類雖多，其採後處理的流程視產品不同以及貯運目的而異,但是在保鮮方面所應注意的要點則是大同小異。

一、葉菜的採後處理流程

1.短期葉菜類

人工田間採收（含選別）→整理（除去老葉、爛葉）→ 分把 或 不分把 → 裝入大籃中 → 送到集貨場 → 澆冰水或加碎冰 → 打包 或 冰水預冷 → 冷藏庫暫時貯藏 → 出貨

2.大宗結球菜類

人工田間採收（含選別）→ 修整（除去老葉、爛葉，留適當數目外葉）→ 裝箱 → 打包 → 裝上貨車 → 運往市場

二、葉菜類在採收處理時的保鮮要點

1.採收：應選擇在氣溫較低時採收，如清晨或傍晚；如在陽光下採收可以利用一些遮陰的設備如遮陽傘、遮陰網等，採收後的產品則應避免直接受到日晒。

2.整理與清洗：整理的工作是將衰老變黃的葉片及腐爛的葉片除去，可以減少不必要的垃圾；整理之後可立即進行分級或分把的工作。帶有根部的葉菜，則可再經過清洗步驟，將根部所帶的泥土洗去。葉片部分宜避免清洗，因爲可能造成受傷，加速腐爛。清洗所用的水應用清水以減少病菌污染。

3.包裝：葉菜由於單價低，所以包裝用的容器較不受重視，早期都是用軟竹簍包裝，在搬運時的保護效果很差，近年來改用紙箱或硬塑膠籃，可減少受傷與損耗，此外也可用硬竹簍或木箱來包裝。

4.預冷：對於需要低溫以維持其新鮮品質的產品，可以考慮在包裝之前或之後加入預冷步驟，預冷 方法有氣冷、水冷、冰水、碎冰及真空等方式，視產品特性與需要而決定。

5.運輸：裝卸與運輸的途中最可能造成產品的受傷，裝貨與卸貨時宜小心不可亂丟，產品在運輸工具中的堆疊的方式，應考慮包裝容器承受重壓的能力，避免太多層次造成下面的產品受到壓傷。

6.貯藏：除了甘藍與結球白菜外，多數葉菜類都不耐長期貯藏。欲做長期貯藏的葉菜以成熟度較高者爲宜，應在晴朗的天氣採收，並切除有病蟲爲害部份；在貯藏時應注

意維持貯藏環境的相對濕度在95%左右，避免冷藏庫內溫度的上下起伏，並儘可能降低庫內乙烯氣體的濃度。

結　語

葉菜類是蔬菜中最容易敗壞的一群，由於它的生產量大、單價低，因此有關葉菜類的採後處理工作在過去並未得到應有的重視。近年來由於國人對於蔬菜的消耗量增加，對品質要求提高，加上葉菜是最容易受到天候變化影響的蔬菜，其價格的波動幅度最大，因此有關葉菜類在採後處理及貯運方面的工作日益受重視。本文就葉菜類蔬菜的一般生理特性加以詳細說明，並提出葉菜類在採後處理時應注意的要點，希望由此增加相關人員對於葉菜類在採後生理與處理方面之認識。

參考資料

許文富　1985　台灣主要蔬菜運銷價差及成本之研究　國立台灣大學農業經濟學系

張粲如　1985　都市近郊蔬菜採收後處理作業　夏季蔬菜生產改進研討會專輯　pp 359-366.

黃涵、洪立　1988　台灣蔬菜彩色圖說　國立台灣大學園藝學系

Burton, W. C. 1982 Postharvest physiology of food crops. Longman House, Essex, UK. 339 p.

Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986 The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stockes. U. S. Dept. Agri. Agriculture Handbook No. 66. 130 p.

Kader, A. A., R. F. Kasmire, F. G. Mitchell, M. S. Reid, N.F. Sommer, and J. F. Thompson. 1985 Postharvest technology of horticultural crops. Univ. of Calif., Div. of Agric. & Nat. Resources, Special Publication #3311. 192 p.

National Academic of Science 1978 Postharvest food losses in developing countries. National Academic of Science, USA

Ryall, A. L. and W. J. Lipton. 1979 Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Vegetables and melons. 2nd ed. The AVI Publ. Co. Westport, CT. 588 p.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. (Editors) 1984 Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. 1. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL. 208 p.

Weichmann, J. (Editor) 1987 Postharvest physiology of vegetables. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. 597 p.

Wills, R. H., T. H. Lee, D. Graham, W. B. McGlasson and E. G. Hall. 1989 Postharvest - an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. 2nd ed. The AVI Publ. Co. Westport, CT. 166 p.

綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究

張 粲 如

桃園區農業改良場

摘 要

綠竹筍是台灣重要的夏季蔬菜之一，其採收後的呼吸速率受到溫度的影響極大，採收後10小時所測定之呼吸速率數值，在30℃中爲457mqCO_2/kg.hr，在20℃中爲247mqCO_2/kg.hr，在 5℃及0℃爲31mqCO_2/kg.hr；至於乙烯的產生量，採收後18小時達最高峰，所測得之數值，在20℃及30℃時爲2.7～3.0μl/kg/hr，而在5℃及0℃時爲0.5μl/kg/hr；影響綠竹筍採收後的品質之其他重要生理變化尙有失水，切面褐化與組織纖維化，這些項目亦受到溫度及乙烯之影響甚大。

大氣中的氧氣及二氧化碳對蔬菜的呼吸速率影響極大，本試驗以30％氧氣及50％二氧化碳組合，在常溫及低溫作氣調貯藏，均可有效地降低切面褐化與組織纖維化，同時亦俱緩和糖分降低之效果，但若氧氣低於3％或單獨使用20％之二氧化碳，會造成生長點及其周圍組織壞死，並產生異味，由物理方法與化學分析及官能品評之結果顯示，最適合於綠竹筍貯藏之氣體組成爲3％之氧氣及加10％的二氧化碳。成功的氣調貯藏技術，需能保持作物特有的香味及品質，如何達到此目標仍值得進一步研究。

前 言

綠竹筍具有質細嫩，味鮮美的特性，爲低卡路里的蔬菜，深受國人的喜好；旅居海外的華人亦常眷戀此鮮美的蔬菜；近年來，市面上雖有少量綠竹筍乾及筍罐出售，然而在美食的觀點上，綠竹筍還是以鮮食爲美味。但綠竹筍採收後，在常溫下，很快即易褐化及纖維化，因此若能研究綠竹筍採收後的處理及保鮮技術，延緩老化時期，降低纖維化，保持高的新鮮度，則不但可開拓外銷市場，並可調節國內市場供需的平衡。

一般農民對於綠竹筍採收後處理大多是採用將筍泡在水中，經數小時，洗淨後再分配到市場販賣，有的零售商再繼續泡水，經久之後，即會有異味產生；大多數綠竹筍在常溫架售，很容易劣變，引起褐化及纖維化[6,7,8]，於是有些商人即用藥劑處理筍的切口，以防止褐變。

爲了要克服綠竹筍採收後褐化及纖維化的問題，並且盡量不要用化學藥劑處理，我們應該先徹底了解綠竹筍採收後的生理變化，包括呼吸速率，組成分變化，對大氣成分中氧氣、二氧化碳及乙烯的反應，以及貯存溫度的效應等，就中找出防止劣變的方法；而有關綠竹筍採收後這方面的研究資料並不多，陳與錢等(1983)曾報告指出，溫度是影響綠竹筍鮮度的重要因子，其將採收後的綠竹筍置於室溫中，筍切面的色澤在兩天內就迅速變褐且暗化，筍基部之還原糖及總糖含量在五天內減少70％，而粗纖維含量則增加40％，若將綠竹筍貯於5℃，則上述的老化變化均有效的減緩。筆者亦曾試驗綠竹筍採收後迅速以冰水預冷20至30分鐘，再以PE塑膠袋包裝，貯於5℃，可以保持良好的鮮度達三個星期之久；而以0.1大氣壓之減壓貯藏，可以防止筍基部褐化，並延長貯運壽命至三十天以上。由這些結果推測，PE塑膠袋與減壓所造成的高二氧化碳或低氧狀況，可能對防止老化與褐變，具有某種程度的效果，氣調貯藏的原理就是利用低氧與高二氧化碳之大氣組成分影響蔬果的生理與生化變化，達到保鮮與延長產品壽命的目的，其影響植物生理與生化的範圍甚廣[23,24,29,30,31]，如呼吸作用、基本代謝、乙烯之生成與作用，有機酸與醣類之代謝、酵素之活性等，均可能受到氣調之影響，各種園產品由於形態構造與生理方面之反應各異，對於氣調之生理反應亦有很大的差異，因此在實際應用上，必需針對個別作物之特性與需要，作完整的研究，在歐美等先進國家已成功的將氣調技術應用在蘋果、梨及甘藍等產品。本研究擬由綠竹筍採收後的基本生理變化開始著手，包括呼吸代謝速率，乙烯之產生情形，切口之褐化，組成份、醣類、澱粉、維化命C等變化及探討綠竹筍對低氧與高二氧化碳的效應；進而試驗低氧與高二氧化碳不同組合的氣調貯藏效果，期能提供一些綠竹筍採收後生理的基本資料及研究方法，供日後有興趣研究者及農民與貯藏業者之參考。

材料與方法

本試驗以台北縣五股鄉觀音山農民所生產的綠竹筍爲材料，由產地採收後，立即迅速運回台大園藝系園產品處理室，先洗淨後，將竹筍基部切掉約0.5cm，形成一平整的新切口，再用400ppm的TBZ(Thiabendazole[2-(4-thiazoly)]benzimdazloe)＋chlorophenical 50 ug /ml之溶液泡5分鐘，以防實驗期間眞菌等之干擾，遂後滴乾，再進行各項處理及試驗調查。

一、呼吸速率之測定：

先選擇大小相近，外觀良好的綠竹筍一批，以逢機取樣，五支筍爲一樣品，放入壓克力製的呼吸缸(體積爲4公斤)，每處理溫度做三重複，處理溫度共有30℃、20℃、5℃及0℃；將呼吸缸封口，以流通式通入空氣，每隔一定時間，由呼吸缸之出氣口,用塑膠針筒抽取1ml，以氣相層析儀(Shimadzu Model GC-8A)，分析二氧化碳濃度，並換算爲mg CO_2 kg /hr。

二、乙烯之測定：

以上述測呼吸速率的裝置，每隔一定的時間，由呼吸缸之出氣口，同樣用塑膠針筒抽取1ml之氣體，以氣相層析儀(Shimadzu Model GC-8APF)，分析乙烯濃度，並換算μl C_2H_4/Kg/hr。

三、綠竹筍對不同低氧濃度的反應：

以本實驗室之氧調系統裝置，調配不同的低氧濃度，包括1、3、5、10、20% O_2，及普通空氣，通入壓克力製的呼吸缸，缸內置竹筍，呼吸缸之出氣口接自動取樣測定氣體的裝置，二氧化碳以紅外線偵測器(GP Instrumentation IRGA 120)自動測定，換算為mg CO_2 / Kg/hr。

四、內生乙烯之測定：

將眞空乾燥器(Desiccator)內裝半量的水，竹筍切成約50cm^3，以附有橡皮塞之特製無底塑膠瓶罩住竹筍塊，以眞空幫浦抽至0.1大氣壓之眞空度，則竹筍之內生氣體排之於罩瓶之頂端部位，待聚積約5ml氣體時，打開眞空乾燥器，以塑膠針筒，小心由氣體部份抽取1ml之氣體，注入氣相層析儀，分析乙烯濃度，以C_2H_2ppm表示之。

五、綠竹筍失重率之測定：

選擇品質優良，形狀較一致的新鮮綠竹筍一批(24支)，分別做PE塑膠袋包裝與不包裝對失重的影響；塑膠袋包裝者是以厚度0.03mm之塑膠袋包裝，3支為一袋，另取3支不作包裝，分別置於30℃、20℃、5℃及0℃之冷藏庫貯藏(濕度為RH 65±5%)，各處理先測最初的重量，隨後每隔2天，分別稱重量的變化；失重情形以每次測得的重量與最初重量之比值乘以100，作成失重變化之曲線圖。

為明瞭綠竹筍在不同貯藏溫度中之品質及生理變化，先選擇品質優良且形狀較整齊的綠竹筍一批，以厚度0.03mm的塑膠袋包裝，每袋30支，分別置於30℃、20℃、5℃及0℃之冷藏庫貯藏，第一天先取3支，測新鮮的品質，隨後每隔2天各處理分別取樣，分析品質，分析項目如下：

六、綠竹筍之物性(截切力)測定：

將綠竹筍基部1.5cm橫切，依筍形態凸凹面關係，將此基部樣品分為兩部份，並分別以每1cm厚度縱切，每一部份再橫切為2cm，形成為2×1.5×1cm的立方塊，以物性測定儀(Fudoh rheometer NPN-202J-CW型)，齒型押棒B垂直向下切1cm之切力，以kg表示之。

七、綠竹筍基部顏色變化之測定：

綠竹筍基部切口，以奇異筆標示出直徑約1cm圈以固定位置，測量貯藏期間顏色變化

，以色差計(Dr.Lang tricolor LFM3 colorimeter)測L、a、b值，L值表示密度，a值表示紅色度(+a，表示紅色度，-a表示綠色度)，b值表示黃色度(+b，表示黃色度，-b表示藍色度)。

八、維他命C之測定：

取新鮮樣品5g(取竹筍生長點以下2～3cm之位置部份)，切細，加入50ml之酸性混合液(6％之metaphosphoric acid含 2N acetic acid)，用ploytron均質後，離心(1000rpm)10 分鐘，取上層澄清液1ml於試管中，加入0.2％DCIP(2,6- dichlorophenolindophenol) 0.5ml，振盪後靜置1小時，加2％Thiourea 1ml混合均勻，再加2％DNPH(dinitrophenol hydrazine) 振盪後，加蓋玻離珠，於恆溫水槽定溫60℃加熱三小時後，用冰水冷卻，再加85％硫酸液2.5ml，混合均勻，以光電比色計 (Shimadzu UV-120-02型) ，測波長540nm之吸光度，以L-ascorbic acid 10～50 mg/ml作標準曲線，樣品定量後換算爲mgl-ascorbic acid/100gFW。

爲分析酒精可溶性糖、澱粉等成分，取樣時，以竹筍生長點以下3～5cm位置之組織，切成碎片，以液態氮固定，再用冷凍乾燥器完全乾燥後，以磨粉機研磨成粉狀，裝於封口袋，保存於乾燥箱備用。

九、酒精可溶性醣之測定：

取乾燥粉末樣品0.02g於試管，加入80％酒精5ml，70℃恆溫水槽加熱30分鐘後，離心，取上層澄清液，殘渣再加入80％酒精，依同樣步驟萃取2次，收集澄清液，殘渣保留供測澱粉；將澄清液用減壓濃縮機除去酒精及水後，加蒸餾水 1ml，將醣溶出並保存，備用。以phenol(Dubois 1956) 測定，以光電比色計測定波長490nm之吸光度[14]，以葡萄糖 10～100ug/ml做標準曲線，樣品定量後換算爲g Glucose/100g DW ，即％DW。

十、澱粉之測定：

將酒精可溶性醣所餘的殘渣部分，以恆溫水槽80℃加熱，除去酒精後，加入40mM HEPES(2-[4-2-Hydroxyethyl]-1-piperaziny-ethansulfonic acid)水溶液4ml(pH6.3～6.4)，用高溫殺菌釜 (autoclave)在120℃ ，15kg/cm^2 壓力下，加熱30分鐘，取出後，冷卻至室溫，加入1 mg/ml的澱粉酶 (α -amylase)水溶液0.5ml，置於恆溫水槽，室溫在37℃，使作用14小時，再以100℃水加熱10分鐘破壞酵素，冷卻後定量爲5ml，此時已將澱粉水解爲葡萄糖，即以phenol method (Dubois, 1956)定量之[14]，定量後換算爲％DW。

十一、粗纖維含量之測定

精稱0.5g粉末，置於分解裝置之燒杯中，加入1.25％硫酸溶液100ml 置於分解裝置之加熱板上，加熱三十分鐘後，用瓷版過濾篩之過濾杯，以減壓抽氣過濾，並用熱的去離子水連續沖洗至不再呈酸性反應爲止。用1.25％之氫氧化鈉溶液 100ml，將濾杯中之殘渣逐步完全洗下來，置於燒杯中，加熱三十分鐘後，用95％酒精20ml洗滌殘渣，將濾杯及殘渣一起放入烘箱 130℃ 兩小時，取出於眞空乾燥器內，冷卻後稱重(W1) ，再移至灰化爐，用

500℃加熱兩小時灰化後，取之於眞空乾燥器內，冷卻後稱重（W2）。計算粗纖維含量＝（W1－W2）／樣品重(g)×100％，以％DW表示之。

十二、氣調貯藏試驗方法：

1.在20℃決定可忍受的最低氧氣濃度及最高二氧化碳濃度，以flow through方法，將綠竹筍分別處理下列各種氣體組合：1％O_2；3％O_2；3％O_2＋5％CO_2；3％O_2＋20％CO_2；air＋20％CO2；及Air。

2.在20℃處理下列各種氣體組合：

3％O_2＋5％CO_2；6％O_2＋5％CO_2；10％O_2＋5％CO_2；
3％O_2＋10％CO_2；6％O_2＋10％CO_2；10％O_2＋10％CO_2；
3％O_2＋20％CO_2；6％O_2＋20％CO_2；10％O_2＋20％CO_2；

3.在0℃，5℃及10℃分別進行下列氣調貯藏：

Air；3％O_2＋5％CO_2；3％O_2＋10％CO_2；3％O_2＋20％CO_2；

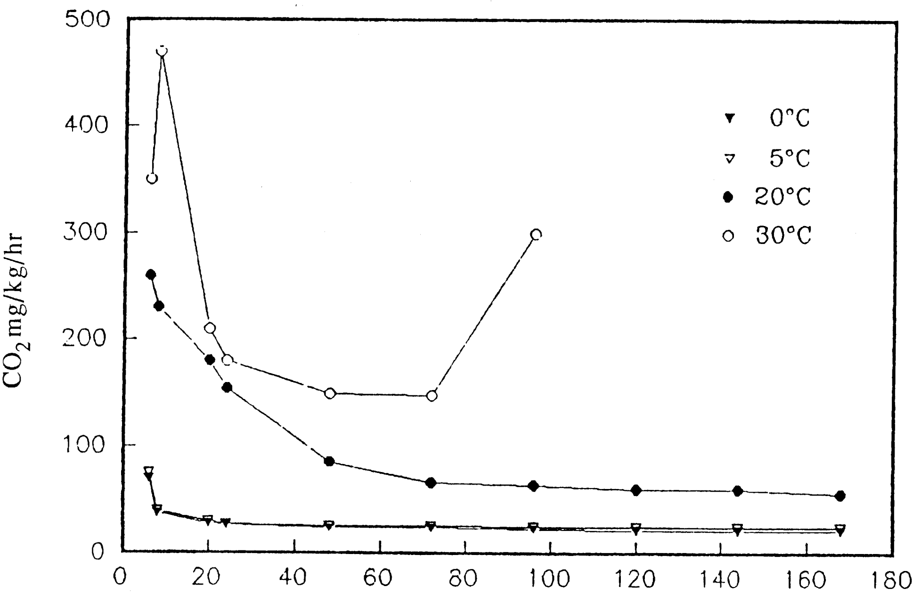
以上各項氣調貯藏後，測定貯藏後的品質，可溶性糖、澱粉、維他命C及官能品評。酒精可溶性糖、澱粉及維他命C之測定，如前述方法。

4.官能品評係以在10cm長之直線上，左端表示極佳，計分爲10分，右端表示極劣，計分爲0分，每次請10位品評者，進行貯藏後各項樣品之品嚐，分別就竹筍之外觀顏色、甜味、風味、纖維化程度及整體接受性評分，計算方式是由評分點量至右端零點間之距離作爲計分方法，然後參考Stone等人(1974)的統計分析方法作分析[22,28]，一般評分結果在3分以下者，表示品質差；在3分至5分間者，表示品質尙可接受；在5分至7分間者，表示品質仍好；在7分至10分者，表示品質非常好。

結果與討論

一、綠竹筍採收後呼吸速率之變化

綠竹筍採收後在常溫中(20℃及30℃)貯放，其呼吸速率初期甚高，隨時間之增長而迅速下降，如圖1.所示，在採收後10小時所測之呼吸速率數值，在30℃時，爲457mg CO_2/Kg/hr，在20℃時爲247mg CO_2/Kg/hr，而在5℃及0℃中爲31mg CO_2/Kg/hr，此與同樣屬於嫩莖作物的蘆筍之採收後的呼吸速率甚爲相近，其在25～27℃時爲500～600mg CO_2/Kg/hr，20℃爲225～500mg CO_2/Kg/hr，而在0℃爲27～80 mg/ CO_2/Kg/hr；根據報告(Hardenburg et al., 1968)[18]，高的呼吸速率產生高量的CO與熱量，產生1mg CO_2相當2.55卡的熱量，所以在30℃時，其將產生1165.35cal/Kg/hr之熱量，因此在高溫時，呼吸速率高，不但使整個包裝容器之環境內產生高熱量，使綠竹筍加速生理生化的變化，且消耗掉綠竹筍原先所貯存的營養分，使得品質急速下降；爲避免此等現象的發生，綠竹筍採收後能迅速預冷，降溫，將可急驟降低呼吸速率及一切生理活動、生化反應，對品質的保存是相當有幫助的。



Time after harvest

圖1. 不同貯藏溫度對綠竹筍呼吸速率之影響

Fig.1. Effect of different storage temperature on the respiration rate of bamboo shoot.

二、綠竹筍採收後乙烯生成量之變化

由圖2.綠竹筍採收後在常溫中(20℃及30℃)貯放，約18小時，乙烯產生量達最高，約爲2.7～3.0 μ l Kg/hr，其後遂呈下降趨勢，而在5℃及0℃時，乙烯產生量均在0.5 μ l Kg/hr以下，此種作物之乙烯生成量在蔬菜中算是相當高，與抱子甘藍 (Brussel sprouts)及青花菜(Broccoli)等嫩芽菜及花菜類之乙烯生成量相近，這些蔬菜在高乙烯生成下，極易黃化，老化，綠竹筍採收後亦極易老化及纖維化，根據Harrad等(1974)[16]將蘆筍處理1ppm乙烯，會促進過氧化酶形成纖維化，其他蘆筍老化的問題，亦有專家指出與乙烯有關的報告[2,3,4,5,10,11]因此乙烯與綠竹筍纖維化的關係將列入我們的研究範圍。

三、綠竹筍對不同低氧濃度的反應

本試驗在不同濃度的低氧環境下，包括0%、1%、3%、5%、10%及20%的氧氣濃度，綠竹筍顯現不同的二氧化碳產生速率，如圖3.所示，在10℃及20℃均呈現3%O_2 爲其有氧呼吸消失點(extinction point)，即其爲綠竹筍可忍受的低氧濃度，低於3%O_2 時，就會有進行無氧呼吸的障礙，在較高濃度的氧氣環境下亦會有較高的呼吸速率，因此在氣調貯藏調配氣體組合時氧氣濃度不可低於3%；據Isenberg(1979)報告[21]，大氣中的氧氣濃度降低到某一程度時，蔬果的無氧呼吸就會開始，此即爲有氧呼吸的消失點，甘藷之有氧呼吸消失點爲2%O_2，在無氧呼吸時，會產生乳酸的累積[1]。

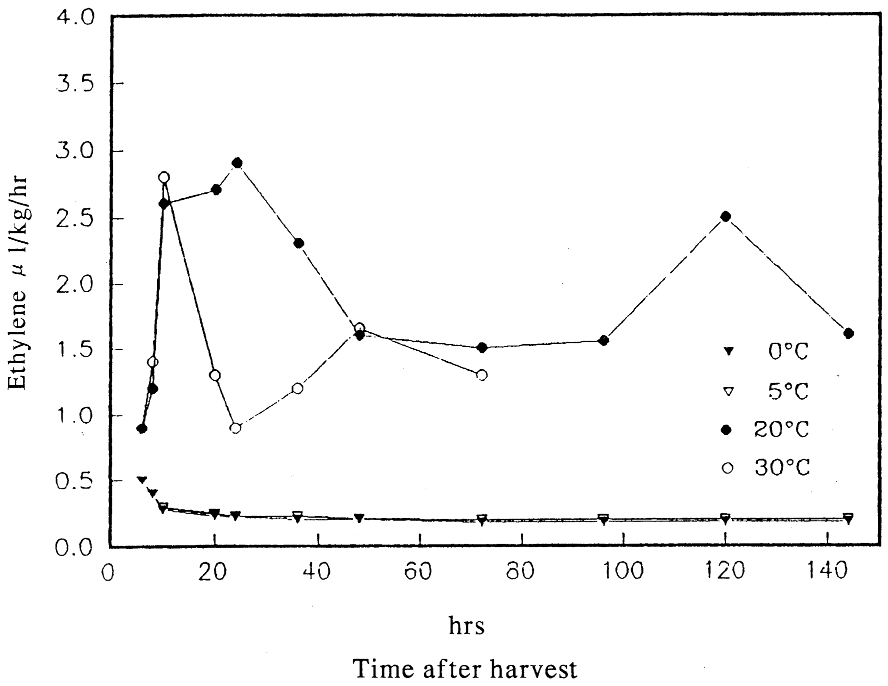


圖2. 不同貯藏溫度對綠竹筍乙烯釋放量之影響

Fig.2. Effect of different storage temperature on ethylene evolution of bamboo shoot.

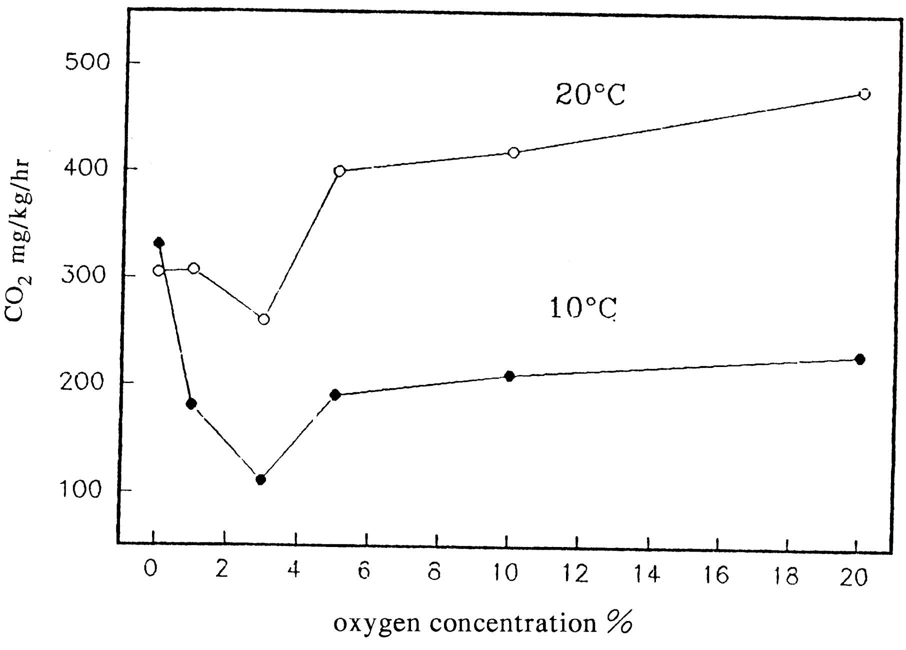


圖3. 不同低氧濃度對綠竹筍呼吸速率之影響

Fig.3. Effect of different low oxygen on the respiration rate of bamboo shoot.

四、綠竹筍之內生乙烯

綠竹筍之內生乙烯約為 2.8ppm ±0.14ppm，其為細胞間隙所測得之乙烯濃度；細胞間隙之乙烯經過多層細胞而釋放出，是一般測得的乙烯釋放出，是一般測得的乙烯釋放量；此內生乙烯可稱得上是相當高，比起檸檬之內生乙烯約為0.1～0.2ppm，萊母約為0.3～2.0 ppm，柑桔類約為0.1～0.3 ppm，鳳梨約為0.2～0.4ppm(18,31)，綠竹筍之內生乙烯比上述水果高出許多，亦可能就是因為它有如此高之內生乙烯，而具有促進老化及纖維化的特性(10,11,13)，這將攝入我們進一步研究範圍。

五、綠竹筍採收後包裝與否對失重率之影響

綠竹筍採收後以塑膠袋包裝及不包裝，各放在不同溫度貯藏，比較貯藏期間其失重率之差異，如圖4.所示，很明顯的看出，塑膠袋包裝與否對失水的影響差異甚顯著，同時在不同的溫度亦顯現失重情形各異；在30℃貯藏，沒有用塑膠袋包裝者，四天內失重高達11%，筍籜有縐縮現象；而有用塑膠袋包裝者，失水很少，四天內僅失重 0.3%，在20℃貯藏者，其失重情形亦如30℃貯藏者，沒有包裝者，五天內失重達13.5%，而有包裝者失重僅 0.7 %；至於貯藏於5℃及0℃者，沒包裝者失重情形較為緩慢，但貯藏十二天後，失重率仍高達17%及11%。而有塑膠袋包裝者，失重始終很少，貯藏了十二天其失重率僅 0.5%而已。因此綠竹筍採收後，除了應急速降溫外，更應以塑膠袋包裝，減少失水，否則失水愈多，筍基部愈乾則愈容易纖維化(2,8)。

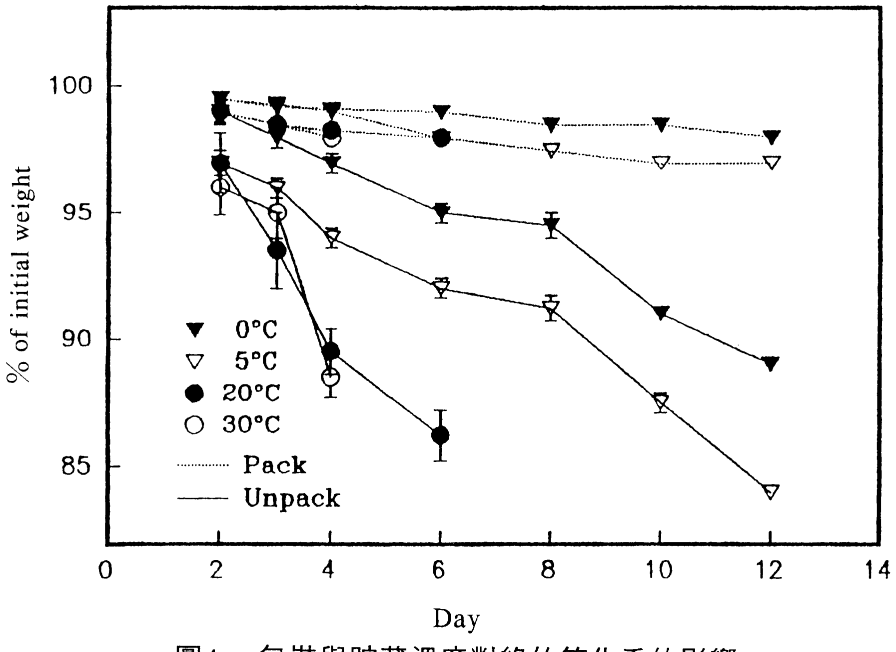


圖4.　包裝與貯藏溫度對綠竹筍失重的影響

Fig.4.　Effect of packing and storage temperature on weight loss of bamboo shoot.

六、綠竹筍之物性變化

綠竹筍的纖維化測定，若以化學方法，需用強酸、強鹼處理後，乾燥及灰化測得粗纖維，本是研究纖維化的方法之一，此法手續較繁複；然以物理方法，測其截切力，亦是極佳的方法；依本實驗綠竹筍的粗纖維含量與物性測定截切力之間有很高的相關關係，r^2 = 0.79如圖5.。所以用物性測定儀來度量其纖維化的程度，也是相當具代表性的，此方法既迅速又方便；經本試驗結果，如圖6.綠竹筍依凸面與凹面，及由底部至頂端等不同部位，其物性截切力有差異；凸面之截切力比凹面者高約33%，底部位置之截切力比頂端位置者高約 4. 3倍；在不同貯藏時期，亦可明顯的看出其截切力的變化與差異；所以我們在取樣操作時，應該訂出一定的位置，才能得到較具有代表性的變化規則。

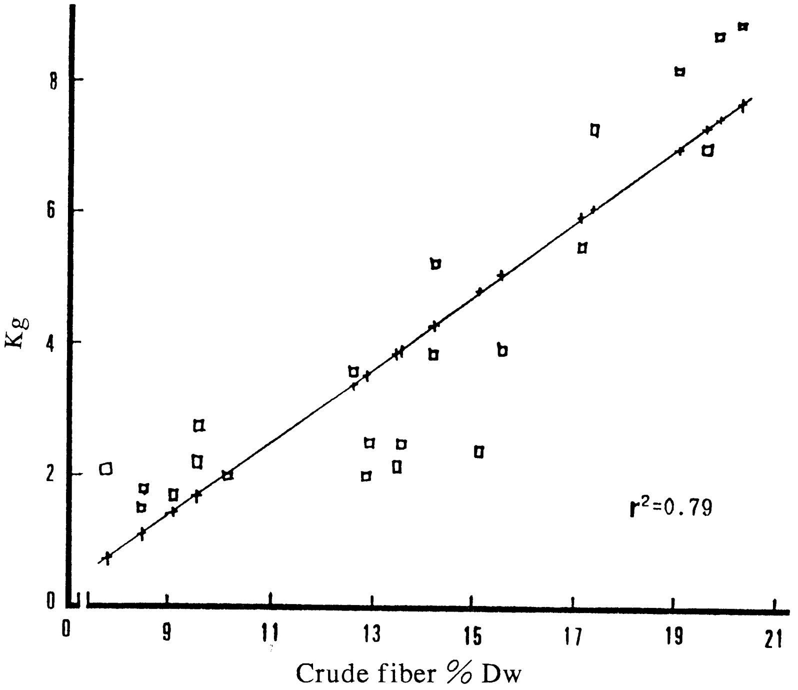


圖5.　綠竹筍粗纖維含量與Rheometer測定值之相關關係

Fig.5.　The relationship of crude fiber content and cut force for bamboo shoot.

為明瞭綠竹筍快速纖維化的反應，我們決定取樣部位，每次以取凸面之基部位置，厚度1.5cm為取樣基準，再切成長度2.0cm，寬度1.0cm之立方塊，進行截切力測定。由圖7. 在不同的貯藏溫度，可以明顯看出其纖維化的變化趨勢，在30℃時，四天內截切力由1.63kg增為 7.4kg，至第六天甚至增為11.6～12kg，在20℃時變化較為緩慢，在第四天截切力約為3.5kg，第十天則增為 7.2kg，第十四天約為8.0kg，而5℃及0℃者變化更為緩慢，第四天時分別為2.5kg及1.8kg，至第十天分別為4.4kg及2.5kg，至第二十天分別增為5.2kg及2.8kg，足見不同貯藏溫度對於老化硬化的速率影響極大，低溫可以減緩老化及硬化的效果；訂定適當的取樣方法，以截切力測定儀將可測出老化程度具有代表性的數值。

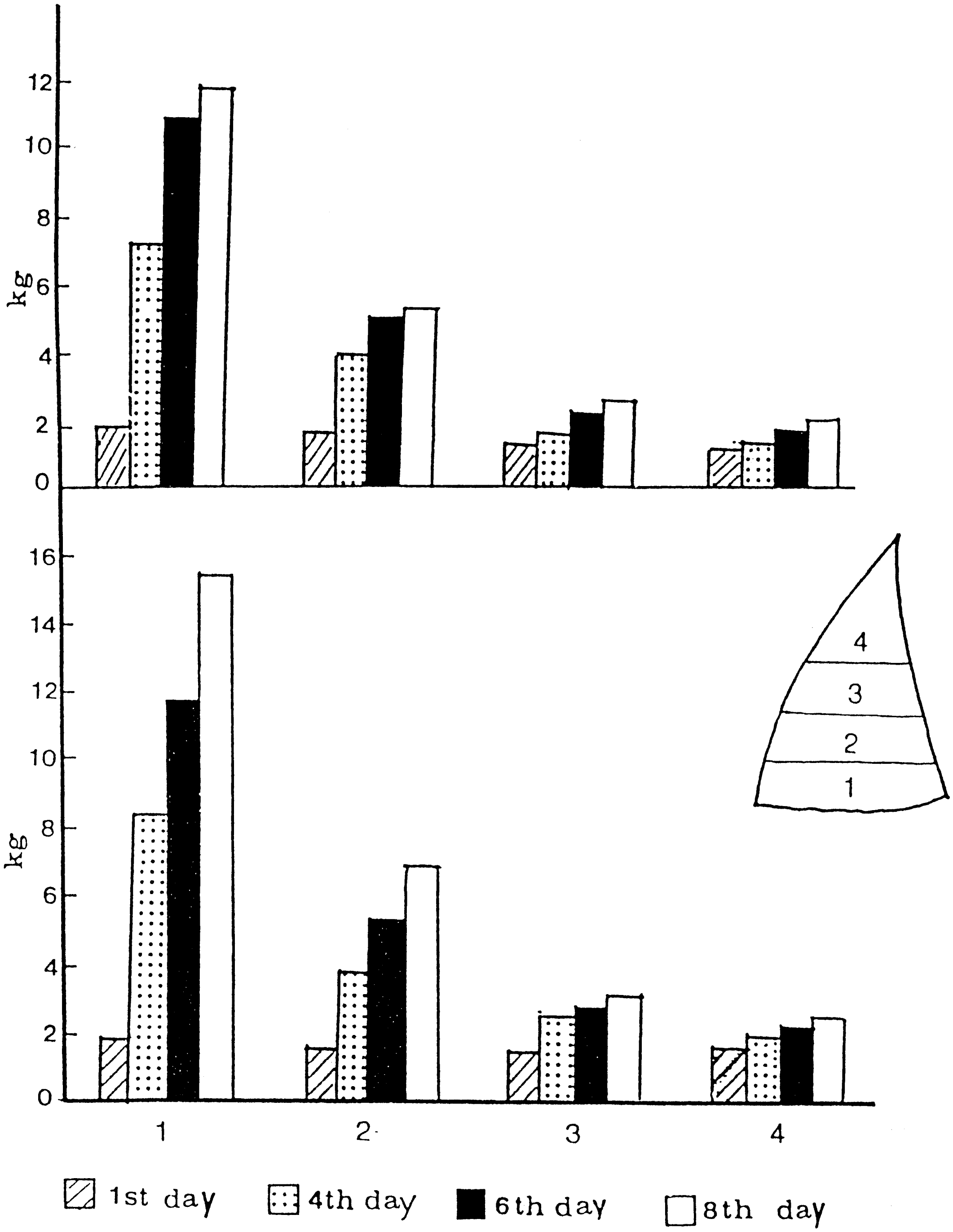


圖6. 不同位置的綠竹筍其貯藏期間截切力之差異

Fig.6. Difference of cut force between different section of bamboo shoot in storage period.

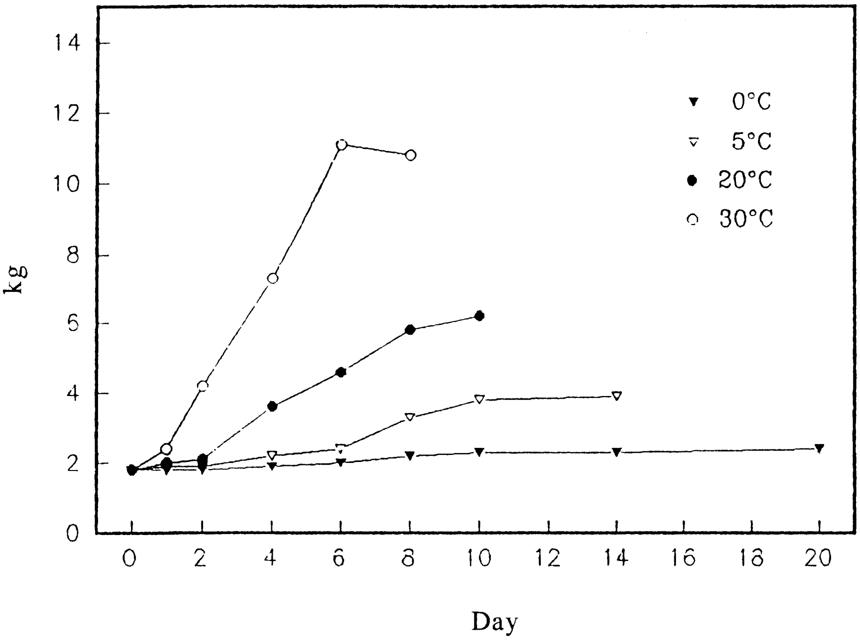


圖7. 不同貯藏溫度對綠竹筍截切力之影響

Fig.7. Effect of different temperature on the cut force of bamboo shoot.

七、綠竹筍基部顏色之變化

綠竹筍採收後基部顏色的變化亦是受貯藏溫度影響極大，在20℃～30℃ 褐化最快，5℃及0℃之低溫貯藏則褐化較爲緩慢，由色差計的讀值，便可以明顯的由數值的變化看出其差異性，由圖8.，L值亮度變化其情形來看，本來新鮮的綠竹筍是潔白鮮明亮麗，亮度高達85%，經不同溫度貯藏，在30℃之高溫，一天內，L值降爲73%，四天後降爲62%；在20℃貯藏者，下降速率較爲緩慢，經八天的貯藏降爲72%，十一天後降爲 70%；而在5℃及0℃貯藏者，保鮮效果很好，褐化程度極低，經十一天後亮度仍持有81%～83%，即其亮度僅降了3%及1%。a值表示紅色度，b值表示黃色度，a值與b值的增加，表示褐色度的增加，圖9.爲a 值的變化，顯示30℃的a值增加速率最快，四天內由+0.1增至爲4.2，其次爲20℃者，至於5℃及0℃者，a值增加得很少，僅由-0.2增加爲+0.5及+1.2。圖10爲b值的變化，顯示30℃的b值增加速率最快，由+1.2，經四天後增爲+20.2，20℃者由10.7經四天後增爲18.5，十天後增爲+21，至於5℃及0℃者增加均很少，由+10.7經十天後分別增爲+13及+12而已，此結果與陳(1983)[7]所測綠竹筍採後在高溫(30℃)及低溫(5℃)貯存期間的筍肉顏色變化之趨勢頗相近，綠竹筍採收後老化情形，顏色的褐化亦是一重要的指標，但目前市面上所售之綠竹筍，商人常加亞硫酸氫鈉防止其褐化，雖不見老化但品質影響仍很大，且影響健康，對消費者判斷竹筍品質有干擾，實不宜使用此藥劑。

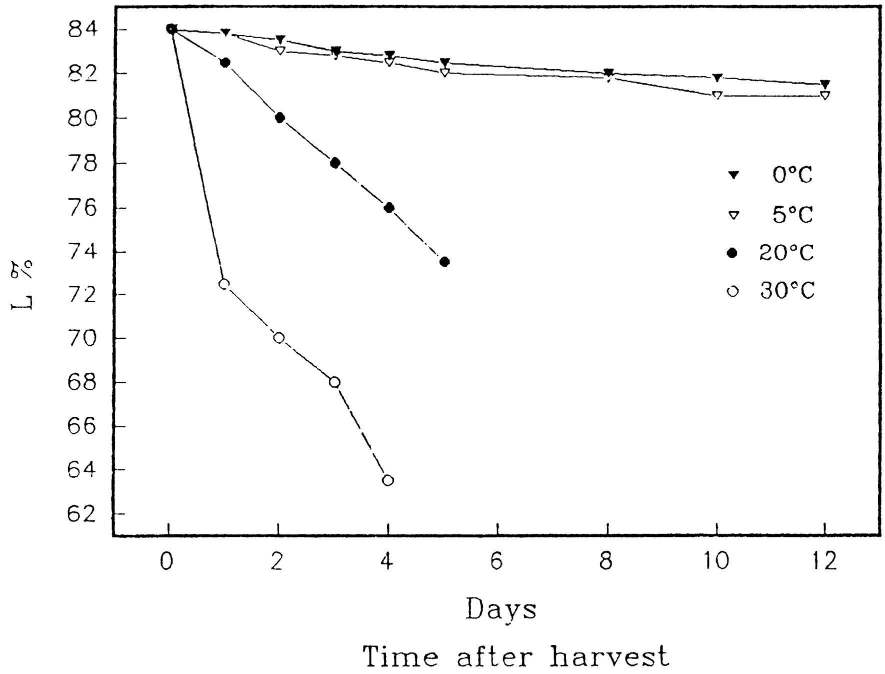


圖8. 不同貯藏溫度對綠竹筍 L 值(亮度)之影響

Fig.8. Effect of different temperature on the L value (brightness) of bamboo shoot.

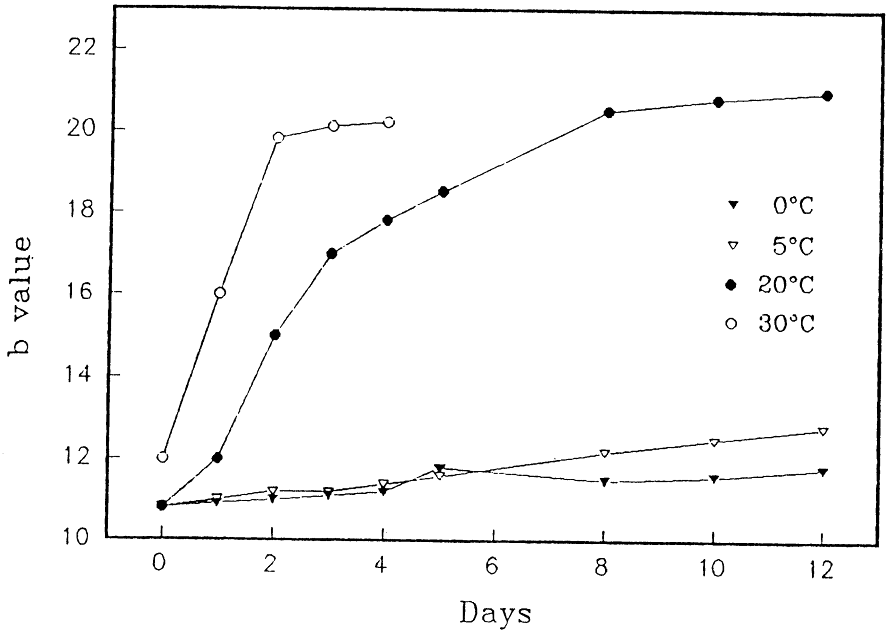


圖9. 不同貯藏溫度對綠竹筍 a 值(紅色度)之影響

Fig.9. Effect of different temperature on the a value (redness) of bamboo shoot.

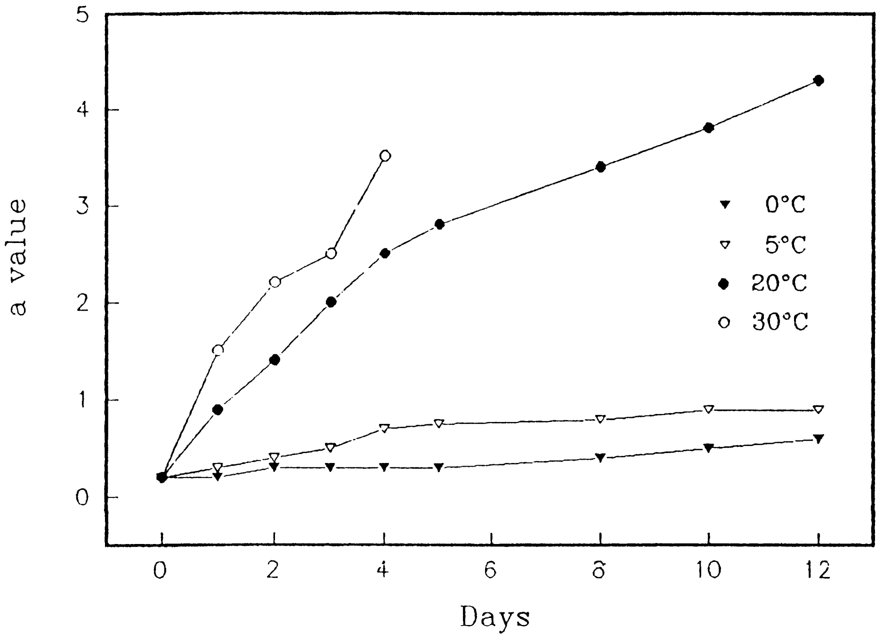


圖10. 不同貯藏溫度對綠竹筍對 b 值(黃色度)之影響

Fig.10. Effect of different temperature on the b value (yellowness) of bamboo shoot.

八、綠竹筍採收後維他命 C 之變化

本試驗維化命C的含量是採用光電比色法 (Colorimetric method)定量，敏感度較高且穩定性亦高，比用2,6-Dye 滴定法敏感且可測得較微量的維他命C含量，在分析蔬菜中維他命 C 含量時，使用此法可能較爲正確。綠竹筍採收後維他命C含量之變化情形，如圖11所示，在30℃及20℃時，維他命C含量下降迅速，三天內只剩原來含量的五分之一量，而5℃及0℃貯藏者，下降速率較緩和，然而三天內亦下降爲原來的50%；綠竹筍中維他命C的變化迅速，實亦可作爲品質下降的指標之一。

九、酒精可溶性醣之變化

本試驗中所採用之酒精可溶性之定量法，係以phenol method (Dubois 1956)，此法敏感度高且呈色穩定；爲每次取樣分析能取得具代性之變化，先確定取樣部位。本試驗先將三支筍之凹，凸面分出，再各分爲由下而上，四個部位，測各部位酒精可溶性醣之差異，如圖12所示，結果顯示，凸面之含糖量均高於凹面者，而基部者亦高於頂端部位者，故決定以後取樣部位定爲生長點以下3～4cm的中間部位爲主，至於不同溫度貯藏期間之變化，如圖13所示，在30℃貯藏，四天內，酒精可溶性醣即由35%(以乾物重爲基準)降爲15%，在20℃貯藏者亦降爲19%，而在5℃及0℃貯藏十天後，分別降爲22%及27%，降幅較小，此趨勢與陳等(1983)[7]所作竹筍貯藏於室溫中總醣及還原醣分解速率比貯藏於5℃者快之結果

相似；可見綠竹筍在高溫時，生理代謝旺盛，醣的消耗快，不但供作呼吸作用，且供纖維化所均需之碳源，故綠竹筍在高溫時醣的降低速率特別快，風味亦下降，且影響品質甚鉅，只有低溫貯藏較能保持品質，醣份下降緩慢，纖維化也慢，較可保存品質。

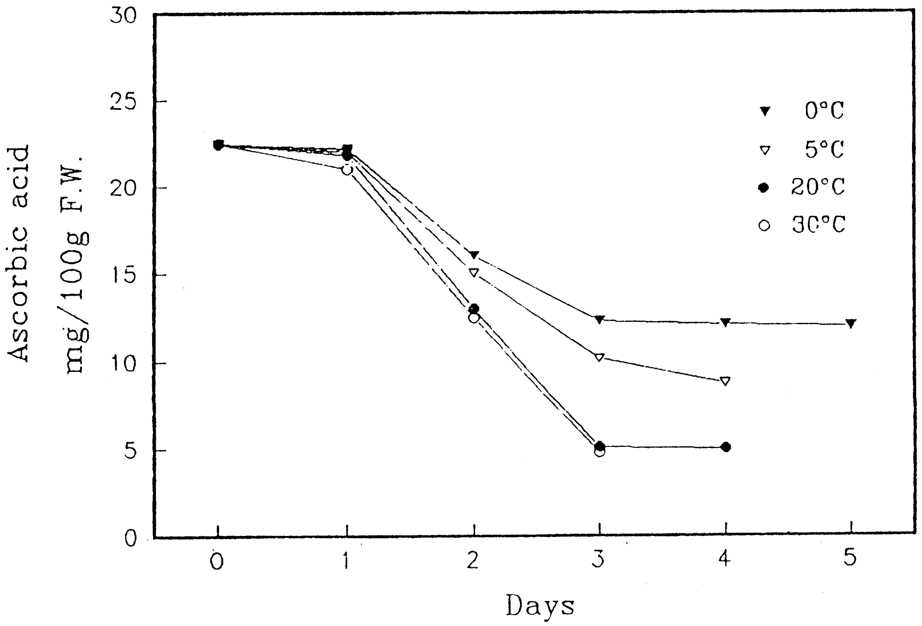


圖11. 不同貯藏溫度對綠竹筍維他命 C 之影響

Fig.11. Effect of different temperature on ascorbic acid content of bamboo shoot.

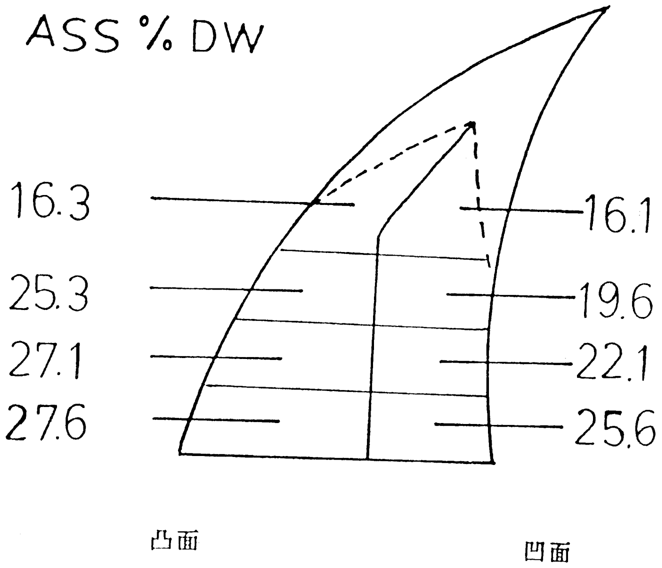


圖12. 綠竹筍不同部位糖含量之差異

Fig.12. Difference of alcohol soluble sugar between different section of bamboo shoot.

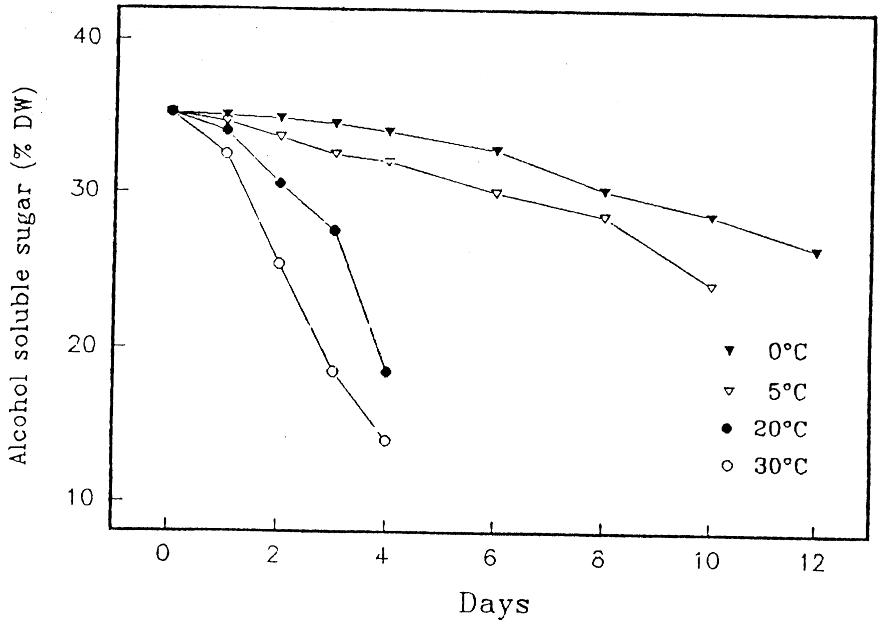


圖13.　不同貯藏溫度對綠竹筍酒精可溶性醣之影響

Fig.13.　Effect of different temperature on the alcohol soluble sugar of bamboo shoot.

十、澱粉含量之變化

蔬果在貯藏過程中，碳水化合物是會逐漸減少的，這些碳水化合物有的是以作爲代謝的能源，有的轉變爲其他醣類，不同的作物常有不同的反應，例如馬鈴薯貯藏於20℃，澱粉很快分解爲蔗糖，蔗糖還會再繼續分解爲單糖；甜玉米貯藏於20℃，經一天後，蔗糖即降低 26％；由圖 14本試驗中綠竹筍採收後在高溫環境下，澱粉含量下降速率亦較快，在30℃時，四天內由5.2％(乾重爲基準)降爲2.8％，在20℃時，降爲3.5％，而5℃及0℃貯藏者，經十二天後分別僅降爲4.2％及4.8％；綠竹筍的澱粉含量的降低很可能亦是轉變爲蔗糖及葡萄糖、果糖等還原糖，一部份代謝分解掉，一部份還原糖則由筍基部往筍尖端輸送；在後續的還原糖分析結果即可以看出其分布情形，推測其變化之關係。

十一、粗纖維含量之變化

綠竹筍採收後纖維化及老化問題是件重要的生理現象，而且其各部位纖維化程度亦頗有差異，如圖15所示，以筍之基部位置粗纖維含量最高[13,15,17,20]，愈往頂端生長點的位置粗纖維含量則漸次降低，也就是筍基部最硬，木質素含量最高，此在物性截切力測定時已述及此現象，據陳(1983)[7] 分析竹筍之粗纖維含量也是基部比筍尖含量高，並且與木質化有關的酵素，如過氧化酶 (peroxidase，POD)、苯丙氨裂解酶 (phenylanlanine ammonia lyase，PAL)及多元酚氧化酶(phenoloxidaase，PPO)等酵素活性亦是基部者高於筍尖端。在不同貯存期間，粗纖維含量之變化，如圖16，在30℃貯藏者，增加最快，四天內，粗纖

維含量由9.8%增為18.8%，其次是在20℃貯藏，十天內增加為17%，在5℃及0℃ 貯藏者，粗纖維增加較為緩慢，第二十天時增加為11.8%及10.2%。陳等(1987)[8] 報告提出，採收後的綠竹筍若以濕紙巾包裹基部，或以PE袋包裝，維持較高濕度，可以減少粗纖維的生成；所以要維持綠竹筍的幼嫩品質，採收後盡速預冷，以PE塑膠袋包裝後，貯藏於 5℃之低溫，應該是減少纖維化及保鮮很好的方法[2,8]。

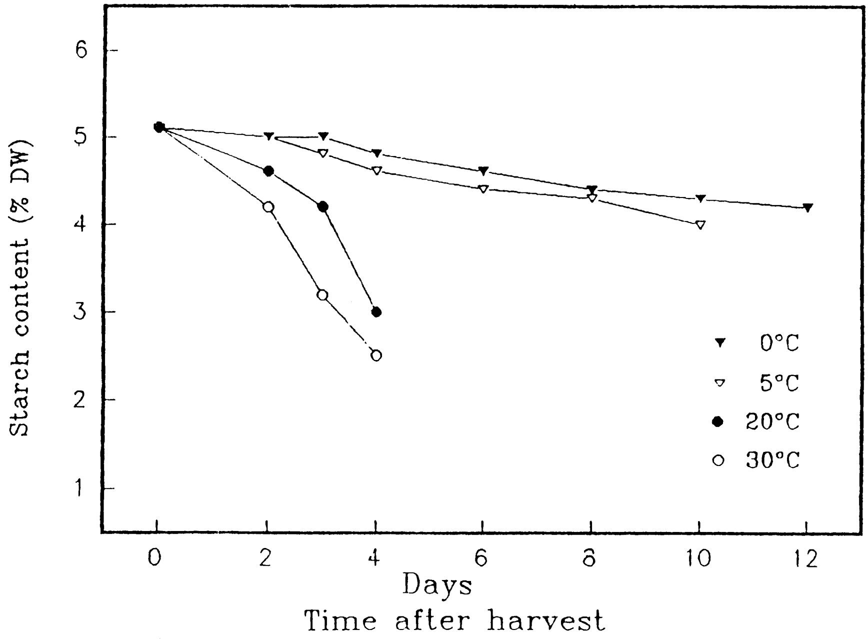


圖14. 不同貯藏溫度對綠竹筍澱粉含量之影響

Fig.14. Effect of different temperature on the starch content of bamboo shoot.

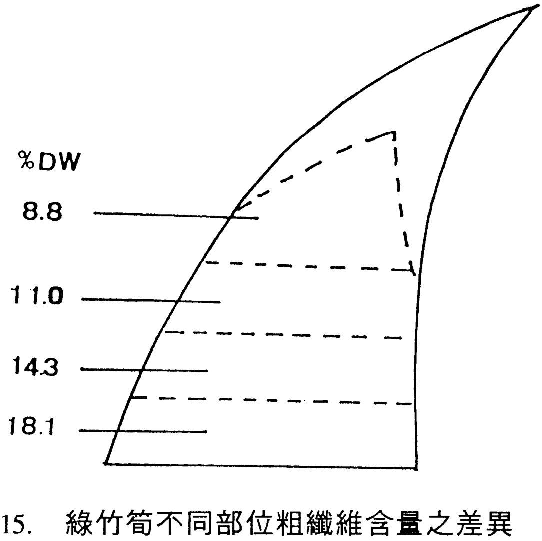


圖15. 綠竹筍不同部位粗纖維含量之差異

Fig.15. Difference of crude fiber content between different section of bamboo shoot.

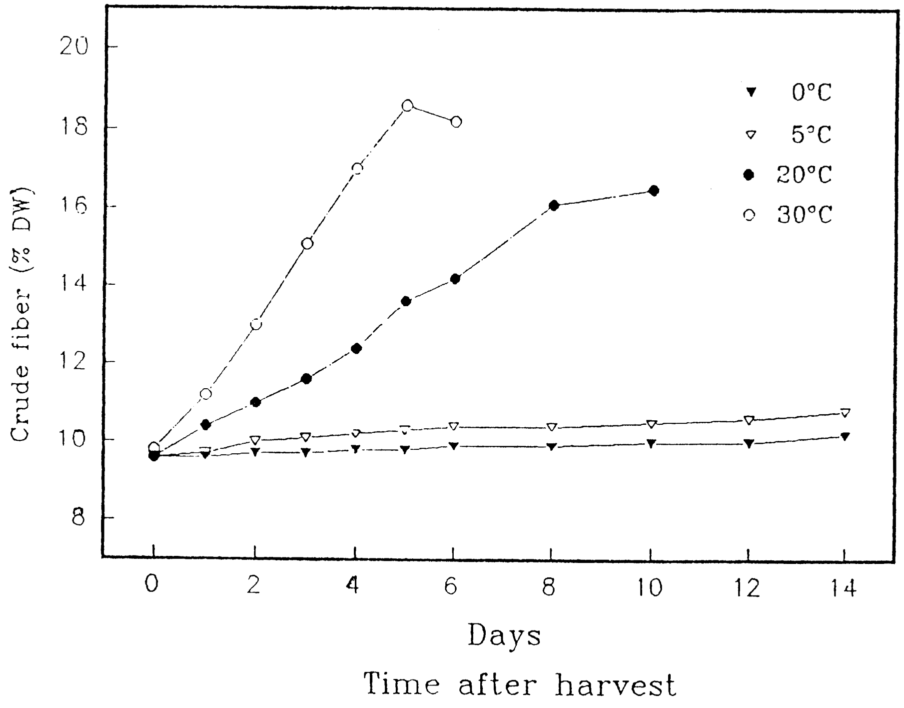


圖16. 不同貯藏溫度對綠竹筍粗纖維含量之影響

Fig.16. Effect of different temperature on the content of crude fiber of bamboo shoot.

十二、不同氣體組合對綠竹筍品質之影響

在20℃恆溫室中以不同氣體組合並採用連續通氣方式進行綠竹筍氣調貯藏，經七天後調查結果顯示，在1%O_2 環境下之綠竹筍，外觀顏色僅少量黃化，但筍的味道已劣變，有異味產生，顯然是遭遇低氧障礙所致，由於無氧呼吸導致代謝過程產生酒精、甲醛等物質而產生異味[1,21,31]；在3%O_2環境下之綠竹筍，外觀顏色有輕微之黃化現象，內部品質也仍很好，沒有異味產生，依此結果及前述不同低氧濃度對綠竹筍呼吸速率之影響一致顯示3%O_2是綠竹筍在20℃時，可忍受的最低濃度。在3%O_2 +5%CO_2及3%O_2 +20%CO_2 等環境下之綠竹筍均顯示外觀顏色褐化少，內部品質均比一般空氣環境下者好[29,30,31]，如表1.；空氣+20%CO_2環境下之綠竹筍，雖然褐化程度少，也沒有產生異味，但是切開筍時，生長點部位呈水浸狀，可能是高氧與高二氧化碳之傷害，因此在調配氣體組合時，CO_2濃度不宜高於20%。不同氣體組合對綠竹筍內部品質之影響，在上述處理之結果如表1.，顯示低氧與高二氧化碳有抑制糖分解之效果，但氧氣濃度過低時，可溶性糖之分解亦加速；用Rheometer 測量其截切力時，顯示低氧與高二氧化碳可降低組織硬化及纖維化。根據Siriphanich(1985) 等報告，低氧或高二氧化碳對於纖維化過程的幾個酵素有作用[17]。可能綠竹筍的降低纖維化亦與其有關，值得進一步研究。

表1. 氣調貯藏在20℃，7天，對綠竹筍品質之影響

Table 1. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 20℃ for 7 days

Treatment O_2%	CO_2%	ASS %DW	Starch %DW	cut force Kg	flavor
1	-	8.6	10.1	1.9	異 味
3	-	12.6	9.0	2.0	無異味
3	5	14.2	6.8	1.7	味 佳
3	20	19.2	7.5	1.8	味 佳
air (16)	20	7.1	7.6	2.0	異 味
air (21)	0.03	15.1	2.1	6.0	無異味
Initial		23.6	10.8	1.6	味 佳

十三、不同氣調貯藏對竹筍品質之影響

由前述試驗得知，綠竹筍在20℃時可忍受氧氣之最低濃度爲3%，二氧化碳之最高濃度爲20%，本試驗遂組合以氧氣濃度3，6，10%及CO_2 5，10，20%等，在20℃恆溫室貯藏10天，取出測其品質，如表2.顯示，3%O_2 +5%CO_2，3%O_2 +20%CO_2，及3%CO_2，6%O_2 +20%CO_2 對糖及維他命C的保存效果較好，又由物性測定儀切力測定值及粗纖維含量測定之結果顯示，低氧組合高二氧化碳對防止綠竹筍組織硬化及纖維化之效果較好，高氧組合高二氧化碳之效果則較差，又由官能品評之結果如 表3.顯示，3%O_2 比 6%O_2 及 10%O_2 對甜味、風味保存好而纖維化少，至於CO_2濃度的影響則差異不顯著，各個組合中以 3%O_2 +10%CO_2 與3%O_2 +5%CO_2 之結果最好，而前者略優於後者，可作爲今後調配氣體組合之參考。

表2. 氣調貯藏在20℃，10天，對綠竹筍品質之影響

Table 2. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 20℃ for 7 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS % DW	Starch % DW	Ascorbic Adid mg/100g FW	Cut force Kg	Crude Fiber % DW
3	5	31.7	1.6	7.6	3.5	14.91
6	5	26.4	0.7	7.4	3.8	17.47
10	5	16.3	4.1	7.2	6.2	21.93
3	10	24.4	3.8	7.1	4.6	15.12
6	10	14.7	2.1	10.3	5.0	15.96
10	10	10.3	3.0	6.0	7.6	16.86
3	20	23.5	1.6	11.7	2.4	11.32
6	20	24.0	2.5	5.2	3.2	15.07
10	20	12.2	1.7	5.4	4.4	18.63
Initial		33.1	4.4	23.1	2.2	10.82

表3. 氣調貯藏在20℃，10天，官能品評

Table 3. Sensory evaluation of CA storage for bamboo shoot stored at 20℃ for 10 days

處理 O_2%	CO_2%	甜味	纖維化	風味	整體接受性
3	5	7.1a	6.8abc	6.1ab	6.7a
3	10	7.0a	7.6a	6.9a	6.8a
3	20	6.0ab	7.2ab	6.3ab	6.2ab
6	5	5.6abc	6.0bc	4.5bc	4.8bc
6	10	7.0a	7.3ab	6.3ab	6.5ab
6	20	6.1ab	7.1ab	5.3abc	5.6abc
10	5	4.5bc	5.4c	4.7bc	4.6bc
10	10	4.0c	5.9bc	4.9c	3.8c
10	20	5.8abc	6.0bc	5.5abc	5.1abc
air (21)	(0.03)	6.2ab	5.8bc	5.8ab	6.3abc
3		6.7a	7.2a	6.4a	6.6a
6		6.2a	6.8b	5.4b	5.6a
10		4.7b	5.8b	4.6b	4.5b
	5	6.0a	6.1ab	5.1a	5.4a
	10	5.9a	6.9a	5.7a	5.7a
	20	5.7a	6.8b	5.7a	5.7a

十四、不同氣調貯藏在不同溫度之效應

由前述不同氣體組合結果以3%O_2+5%CO_2，3%O_2+10%CO_2及3%O_2+20%CO_2之效果較好，遂以此三種組合在10℃，5℃及0℃試驗溫度的效應，在貯藏10天時調查各溫度之結果品質均仍舊很好，差異不顯著，至第20天時調查，由外觀、質地味道及內部品質等方面評價即顯出有差異，如表4.顯示10℃者，外觀顏色已現褐化且有斑點等缺點，空氣者已高度纖維化，且已無香味，生長點顏色亦有缺點，而低氧組合高CO_2者，品質比空氣者稍微好，但亦證實其在10℃不適貯藏20天，亦只能在12～14天爲宜；而貯藏在5℃及0℃者，除空氣處理者外，其餘品質均仍很好，唯0℃者微呈現寒害；至第30天時，繼續調查5℃及0℃ 者，結果如表5.顯示，顏色方面，0℃者表現很好，極少褐化，纖維化程度亦低，但稍有異味，經官能品評結果，亦顯現5℃之各項結果評價比0℃者爲高，而由表6.及表7.之品質成分變化情形來看，雖然0℃貯藏者對糖分，維他命C保存較好，且纖維含量略低，然而由表8.品評結果0℃ 者風味的喪失而降低其評價。所以成功之氣調貯藏，除了組織成分的減緩變化，風味的保存亦是重要因子。

表4. 綠竹筍氣調貯藏20天，品質調查

Table 4. Investigation of quality of bamboo shoot under CA storage for 20 days

O_2	CO_2	外觀		質地	味道		內部品質		貯藏
%	%	顏色	缺點	纖維化程度	香味	異味	生長點(顏色)	味道	溫度
3	5	+	+	++	+	-	-	+	
3	10	+	++	+	+	-	+	+	10℃
3	20	++	+++	+++	-	+	+	+	
air		--	+++	+++	-	++	--	--	
3	5	+++	+	-	+	+	++	+	
3	10	+++	-	-	++	-	++	+	5℃
3	20	+++	-	-	++	-	++	+	
air		++	+++	++	-	++	+	+	
3	5	++	-	-	+	-	++	-	
3	10	+++	-	-	-	+	++	--	0℃
3	20	+++	-	-	+	-	++	---	
air		++	-	-	+	-	+++	+	

"+"表示"好或有"，"+++"表示"非常好"或"有許多"。

"-"表示"不好或沒有"，"---"表示"非常不好"或"極少有"。

表5. 綠竹筍氣調貯藏30天，品質調查

Table 5. Investigation of quality of bamboo shoot under CA storage for 30 days

O_2 %	CO_2 %	外觀 顏色	外觀 缺點	質地 纖維化程度	味道 香味	味道 異味	內部品質 生長點(顏色)	內部品質 味道	貯藏溫度
3	5	+	+	+	-	++	+	+	5℃
3	10	++	+	-	+	++	+	+	
3	20	+++	-	-	-	+	+	-	
air		-	+++	++	-	+++	+	-	
3	5	++	-	-	+	-	+	--	8℃
3	10	+++	-	-	+	-	+	-	
3	20	+++	-	-	-	+	+	-	
air		+	-	-	-	++	+	--	

"+"表示"好或有"，"+++"表示"非常好"或"有許多"。

"-"表示"不好或沒有"，"---"表示"非常不好"或"極少有"。

表6. 氣調貯藏在5℃，30天對綠竹筍品質之影響

Table 6. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 5℃ for 30 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS %DW	Starch %DW	Ascorbic Acid mh/100g FW	Crude Fiber %DW
3	5	20.3	7.4	8.6	9.9
3	10	20.8	6.7	8.8	11.6
3	20	25.6	6.0	12.7	10.2
air (21)		10.8	5.6	8.0	11.6

表7. 氣調貯藏在0℃，30天對綠竹筍品質之影響

Table 7. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 0℃ for 30 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS %DW	Starch %DW	Ascorbic Acid mh/100g FW	Crude Fiber %DW
3	5	27.6	13.3	17.4	8.6
3	10	29.3	12.9	20.2	9.1
3	20	22.3	16.4	22.4	8.0
air (21)		20.5	11.9	10.5	8.5

表8. 綠竹筍以氣調貯藏在5℃、0℃，30天後之官能品評

Table 8. Sensory evaluation of CA storage for bamboo shoot stored at 5℃, 0℃ for 30 days

	處理 O_2 %	CO_2 %	甜味	纖維化	風味	整體接受性
	3	5	5.1ab	5.8 bc	4.1 bc	4.3 b
5℃	3	10	6.1a	6.8ab	5.1ab	5.9a
	3	20	5.8a	7.2a	5.6a	5.9a
	air		4.3 b	4.9 c	3.8 bcd	3.9 bc
	3	5	3.1 c	5.0 c	2.9 cde	3.3 bcd
10℃	3	10	2.9 c	5.3 c	2.4 de	2.7 cd
	3	20	2.6 c	3.5 c	2.3 e	2.5 d
	air		3.0 c	4.5 c	2.7 cde	2.8 cd
	3	5	4.1a	5.4 bc	3.5a	3.8ab
	3	10	4.5a	6.1ab	3.8a	4.3a
	3	20	4.2a	6.3a	4.0a	4.2a
	air		3.7a	4.7 c	3.3a	3.3 b
5℃			5.3a	6.2a	4.7a	5.0a
0℃			2.9a	5.1 b	2.6 b	2.8 b

表9. 氣調貯藏在10℃，20天，對綠竹筍品質之影響

Table 9. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 10℃ for 20 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS %DW	Starch %DW	Ascorbic Acid mg/100g FW	Crude Fiber %DW
3	5	13.3	3.7	10.1	13.30
3	10	16.9	5.4	9.0	12.41
3	20	16.6	4.3	10.4	11.11
air		6.4	3.5	6.8	16.60
(21)	(0.03)				

表10. 氣調貯藏在5℃，20天，對綠竹筍品質之影響

Table 10. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 5℃ for 20 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS %DW	Sstarch %DW	Ascorbic Acid mg/100g FW	Crude Fiber %DW
3	5	24.6	11.6	11.0	9.4
3	10	23.5	10.8	9.1	8.7
3	20	27.7	16.5	15.0	8.6
air (21)	(0.03)	15.0	9.2	8.9	9.6

表11. 氣調貯藏在0℃，20天，對綠竹筍品質之影響

Table 11. Effect of CA storage on the quality of bamboo shoot stored at 0℃ for 20 days

Treatment O_2 %	CO_2 %	ASS %DW	Starch %DW	Ascorbic Acid mg/100g FW	Crude Fiber %DW
3	5	25.6	12.2	24.0	8.6
3	10	25.5	11.9	27.6	7.9
3	20	30.1	12.0	28.4	9.0
air (21)	(0.03)	17.6	10.2	15.0	7.5

表12. 綠竹筍以氣調貯藏在10℃、5℃。0℃、20天後之官能品評

Table 8. Sensory evaluation of CA storage for bamboo shoot stored at 10℃、5℃、0℃ for 20 days

處	理		甜味	纖維化	風味	整體接受性
	O_2 %	CO_2 %				
	3	5	6.2ab	5.6 cde	5.6ab	6.2abc
10℃	3	10	7.5a	7.3ab	7.2a	7.6a
	3	20	6.5ab	6.8abcd	6.6ab	7.2ab
	air		5.4 bcd	5.8 cde	4.9 bc	5.4 cd
	3	5	4.5 cde	5.8 cde	3.9 cd	4.3 de
5℃	3	10	6.2ab	7.5a	6.2ab	6.3abc
	3	20	5.6 bc	6.8abc	5.4 bc	5.6 bcd
	air		4.0 de	5.1 e	4.0 cd	4.3 de
	3	5	3.6 e	6.0 bcde	2.8 d	3.0 e
0℃	3	10	3.4 e	6.5abcde	2.9 d	3.0 e
	3	20	3.4 e	6.1abcde	2.6 d	2.6 e
	air		3.4 e	5.3 de	2.6 d	3.0 e
	3	5	4.8 bc	5.8 b	4.1 bc	4.5 b
	3	10	5.8a	7.1a	5.5a	5.7a
	3	20	5.2ab	6.6a	4.8ab	5.1ab
	air		4.2 c	5.4 b	3.8 c	4.2 b
10℃			6.4a	6.4a	6.1a	6.6a
5℃			5.0 b	6.3a	4.7 b	5.1 b
0℃			3.4 c	6.0a	2.7 c	2.9 c

重要文獻

1.王健一、王自存 1988 大氣成分對園產品生理與生化之影響 中國園藝34：220-248

2.方祖達、區少梅 1974 預冷與貯藏溫度對蘆筍嫩莖呼吸率、品質及保鮮之影響 中國園藝 20：204-212

3.張唯勤、張啓正 1975 綠蘆筍嫩莖採收後貯藏溫度對木質素、Gibberellins 和 Cytokinins 含量

之影響 中國園藝 21：72-78

4.張喜寧 1975 蘆筍嫩莖採收後的老化問題 中國園藝 21：171-181

5.張喜寧 1979 乙烯及貯藏條件對採收後蘆筍嫩莖長度、重量及老化之影響 中國園藝 25：58-70

6.張粲如、宋家瑋、王自存 1989 綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究 中國園藝學會七十八年度年會論文宣讀摘要#51. 中國園藝 35:300

7.陳如茵、楊瑞森、錢明賽 1983 收穫後竹筍之處理與儲存 研究報告第294號 食品工業發展研究所

8.陳如茵、張長泉、錢明賽 1987 收穫後綠竹筍品質之控制 研究報告第423號 食品工業發展研究所

9.錢明賽、陳如茵、曾士洵 1984 收穫後竹筍老化及苦味產生之抑制 研究報告 第348號 食品工業發展研究所

10.蕭百合、蘇仲卿、宋賢一 1971 蘆筍嫩莖採收後一些酵素活性及代謝物含量的變化 中國農業化學會誌 19：1-11

11.蕭百合、蘇仲卿、宋賢一 1971 乙烯對蘆筍嫩莖採收後一些酵素活性及代謝物含量之影響 中國農業化學會誌 19：12-28

12.Brecht, P. E. 1980 Use of controlled atmosphere to retard deterioration of produce. Food Technol 34：45-55

13.Camm, E. L. and G. H. N. Towers. 1973 Phenylalanine ammonialyase. Phytoch emistry 12：961-973

14.Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Himilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956 Colorimrteic method for determination of sugars and a related substances. Anal. Chem. 28：350-356

15.Grisebach, H. 1981 Lignins. In：The biochemistry of plants vol. 7, E. E. Conn (ed.), Academic Press. pp 457-478

16.Haard. N. F., S. C. Sharma, R. Wolfe, and C. Frenkel. 1974 Ethylene induced isoperoxidase changes during fiber formation in postharvest asparagus. J. Food Sci. 39：452-456

17.Halbrock, K. and H. Grisebach. 1979 Enzymic control in the biosynthesis of lignins and flavonoids. Annu. Rev. Plant Physiol. 30.105-130

18.Hardenburg, R. E. et. al., 1985 Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook Number 66. pp.7～54。

19.Herner, R. C. 1987 High CO_2 effects on plant organs, In：Postharvest physiology of vegetables J. Weichmann, (Ed.), Marcel Dekker, Inc, New York and Basel. pp.239-254。

20.Higuchi, T. and K. Kojima. 1986 The role of phenylalanine deaminase and tyrase in the lignification of bamboo. Age. Biol. Chem. 30,667-673

21.Isenberg, F. M. R. 1979 Controlled atmosphere storage of vegetables. Hort. Rev. 1：337-394.

22.Larmond, E. 1977 Laboratory method of sensory evaluation of food. Research Branch Canada

Department of Agriculture pp.73.

23.Lipton, W. J. 1965 Postharvest responses of asparagus spears to high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86：347-356

24.Lougheed, E. C. and D. H. Dewey 1966 Factors affecting the tenderizing effect of modified atmospheres on asparagus spears during storage. Proc. Amer. Soc. Hort Sci. 89：336-345.

25.Lougheed, E. C. 1987 Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScinence 22：791-794.

26.Saltveit, Jr., M. E. 1988 Postharvest glyphosate application reduces toughening, fiber content and lignification of stored asparagus spears. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:569-572.

27. Siriphanich, J. and A. A. Kader 1985 Effect or CO_2 on total phenolics, phenylalanine ammonialyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110,249-253.

28.Stone Het al 1974 Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis Food Techal. 28(11)：24-34.

29.Wang, C. Y. 1979 Effect of short-term CO_2 treatment on the market quality of stored broccoli. J. Food Sci. 444：1478-1482.

30.Wang, C. Y. 1983 Postharvest responses of chinese cabbage to high CO_2 treatment or low O_2 storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108：125-129.

31. Weichmann, J. 1987 Low oxygen effects. In：Postharvest physiology of vegetables. J. Weichmann, (ED.), Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. pp.231-238.

Studies on the postharvest physiology and controlled atmosphere storage for bamboo shoots

Tsan Ru Chang

Taoyuan District Agricultural Improvement Station

Bamboo shoot is one of the important vegetebles supply in summer in Taiwan. Its respiratory rate is greatly influenced by temperature. The result of the experiment showed that the respiration was 457 mg CO_2/ Kg.hr at 30℃ 247 mg CO_2/Kg. hr at 20℃ and 31 mg CO_2/Kg. hr at 5℃ and 0℃ . They were measured at 10 hours after harvest. The ethylene evolution were also measured. Its quantity at 18 hours after harvest was the highest. It was 2.7～3.0 μ l/Kg.hr and 0.5 μ l /Kg.hr at 5℃ and 0℃ repectively. Other important factors which influenced the quality of the bamboo shoot were water loss, browning on the cut surface and toughness. These factors were also affected by temperature and ethylene.

The concentation of oxygen and carbon dioxide in the air also affected the respiration of bamboo shoot greatly. This experiment showed that 3～10% O_2 combined with 5-20% CO_2 could suppress the browning and toughness and also slow down the catabolism of carbonhydrates. But the disorder of the meristem and its surrounding tissue as well as off-odor happened when O_2 was lower than 3% or 20% of CO_2 alone was used. Physical and chemical analysis as well as panel test so far showed that the best CA storage was 3% O_2 + 10%O_2. Further study is needed to find better ways of maintaining good quality and flavor.

果 菜 類 採 收 後 處 理

蔡龍銘　柯立祥　蔡碧仁

國立屏東技術學院

關鍵詞：冷藏、寒害、包裝、乙烯吸收劑、果菜

摘　　要

果菜類因可於夏季彌補蔬菜之不足值得重視，但採收後仍有失水、失重、變色、腐敗等問題，必須妥善處理才可保持良好之品質。導致損失之原因除生理障礙外，還包括機械傷害，採收後病蟲害等問題，而採收後處理主要以包裝、緩衝等保護措施，降低溫度，調整氣體濃度等抑制損耗的措施，以及運銷期間經常保持冷藏狀態的冷鏈，均為保持良好品質，減少損失之重要手段。本文並介紹作者等對茄子、甜椒、豇豆、苦瓜、毛豆等果菜類的採收後處理試驗，其結果顯示，降低溫度均可減少內容成分之損耗，但有些果菜如茄子、甜椒為易受寒害之果實則必須注意，勿貯藏於臨界溫度以下。薄膜包裝可減少果菜之失水現象，惟薄膜之透氣性必須適度，透性差時易發生無氧呼吸，有發酵味產生，而透性大時失水嚴重，造成皺縮乾扁等不良之現象。乙烯亦為促進後熟、老化之因素，若於包裝袋內添加乙烯吸收劑，則可減少黃化，老化及腐損之發生。

前　　言

果菜類目前以中南部地區為本省之主要生產地，高屏地區所生產的有大胡瓜、小黃瓜、苦瓜、絲瓜等瓜類以及茄子、番茄、甜椒等茄果類，其他還有如菜豆、豇豆、毛豆、豌豆、黃帝豆等豆類，可供應全省各地之需要，而特別是可以彌補夏季葉菜類供應之不足，甚值得重視。與葉菜類比較起來，果菜類較耐貯運，除供應附近之大城市外，亦可以中南部為生產地供應北部大城市之需求。唯果菜類貯運期間仍然有許多因素可導致採收後之損失，茲將其損失之原因、現象以及如何處理以減少腐損略述於後，並以作者等對數種果菜類之試驗舉例說明果菜採收後處理之方法。

果菜類損失之原因及發生時之現象

果菜發生損失之原因最主要是水分損失，果菜中之水分含量大致在80％至90％之間，而果實較小亦即表面積與體積之比較大者，其水分之散失則增大。表皮薄而無臘質之保護者，其水分散失也會增大，果實受機械傷害或昆蟲等之破壞，保護層受傷其水分散失也會增加。另外若有風扇，空氣流速愈大水分之散失也愈大。諸如上述之情形在採收後應加以防範以減少水分之損失。

果菜中水分損失後，除重量減輕外，可能表皮會出現皺縮而且質地會變硬，食用品質降低。

另外果菜之腐損原因也有幾種：第一種是生理障礙，當果菜貯藏於低溫時，雖未至於凍結溫度，也可能因低於臨界溫度而受到傷害，就是低溫障礙，一般稱爲「寒害」。另外做果菜貯藏時可以將貯藏環境中之氣體成分加以調整可降低呼吸作用減少消耗，唯若氣體濃度不適當則可能造成氣體傷害，如氧氣濃度變太低造成低氧傷害，二氧化碳濃度太高則造成高二氧化碳傷害等。上述之生理障礙發生時可能導致果實不能後熟、表皮出現凹點、種子褐變、表皮呈現水浸狀斑點，內部褐變、敗壞、變味等現象。第二種腐損之原因爲過熟、老化，例如番茄之成熟可分爲綠色期（green）、顯色期（breaker）、變色期（turning）、粉紅色期（pink）、淡紅色期（light red）、紅色期（red）及全紅期（full red）等幾個時期，若在綠色，顯色或變色之時期採收，果實尚未完熟，採收後可貯存期間自然較長，若至紅色或全紅之時期再採收，則因已接近完熟，可貯存期間較短。乙烯是一般果實自身會產生之氣態成熟荷爾蒙，對果實具有催熟及促進老化之作用，所以當乙烯之存在時果實會迅速完熟，進而老化，故對貯藏性影響甚大。果實過熟時可能發生軟化、不耐貯運、裂開、發霉等現象。第三種導致果菜腐損之原因則爲病蟲害及病原菌所導致之腐損。有些果實在採收時之切口或稍受機械傷害應予一段時間內進行癒傷，然後才可貯藏。通常傷口是導致遭病原菌進入，造成腐敗之主要原因。會侵入果菜造成腐敗之病原菌甚多，細菌性腐敗如*Alternaria tenuis*，*Erwinia carotovora*等，黴菌如*Phomopsis vexans*，*Rhizopus stolonifer*，*Botrytus cinerea*等，有些酵母菌如*Saccharomyces bisporus*，*S. urarum*等也能造成果菜類之腐敗。有些採收後用之殺菌劑，如：免賴得（Benomy1），霉敵（Thiabendazole），億力（Imazalil），聯苯（Bipheny1），蓋普丹（captan）等可以使用，但因採收後以藥劑處理有導致殘留之可能性以及在檢疫制度之設限下，該藥劑不准使用等，另外微生物可能漸具抗藥性導致用藥無效等問題，並非有藥劑處理就可以順利運銷。將來可能傾向於利用物理處理法如蒸熱處理、溫湯處理、放射線照射等。採收後之蟲害如：地中海果蠅、果實蠅、瓜實蠅等昆蟲叮咬或產卵之傷口亦爲病原微生物侵入途徑之一必須防範。果實因病蟲之侵擾就會發生軟化變色腐敗發霉潰爛等種種現象。以上所述之種種招致腐損的原因可以下列之方法加以預防或克服。

防止果菜損失之對策

一、保護措施：

用包裝紙、薄膜、緩衝材料等將果實加以保護可避免機械傷害，減少腐損。有些果實爲保新鮮必須貯藏於高濕度下，例如甜椒最好在相對濕度90％，若濕度太低可能導致乾燥縐縮時，可用加濕方法加以補救。

二、儘量降低溫度：

降低溫度可減低呼吸率、減低水分之蒸發、減少化學性、酵素性之品質劣敗，故可減少損失。唯果菜之貯藏溫度仍有一定之低限，稱爲臨界溫度，貯藏在低於臨界溫度以下反而損及果菜之品質必須注意。例如苦瓜之臨界溫度爲7－8℃；南瓜7－10℃；豇豆8－10℃；未成熟之番茄可能高至12－13.5℃。

三、氣體組成分之調整及去除乙烯：

將空氣中之二氧化碳（原爲0.03％）予以增加，將氧氣（原爲21％左右）予以降低，如此可抑制呼吸作用，降低內容成分之損耗，稱爲氣調貯藏（Controlled atmosphere storage），若用塑膠袋或塑膠膜等加以包裝以達到調整氣體組成之目的者則稱爲「修飾大氣貯藏」（Modified atmosphere storage），使用上述之方法時必須注意適當之氣體濃度，氧氣濃度太低時可能造成低氧傷害，而二氧化碳濃度太高時可能導致二氧化碳傷害。另外由果菜中產生之乙烯若沒有去除而造成累積，也會使果菜之品質受損，例如 1 ppm之乙烯就可使胡瓜黃化。冷凍機器若使用氨氣爲冷媒，不慎漏出時也會損害到果菜。

四、應於適當成熟度採收：

太嫩之果菜多半較易受寒害，其呼吸量甚大，消耗快，故不耐貯存。而過熟之果菜因已老化，可貯藏期間亦短，最好是適熟期採收。

五、預冷、冷鏈：

果菜在採收期因田間熱，故應加以預冷，降低品溫後再運送，可避免呼吸熱過高所導致果菜之腐損。運銷期間應全程保持低溫，就是所謂「冷鏈」，以免溫度忽高忽低，損及果菜之到貨品質。

介紹數種果菜類採收後處理試驗之結果

一、茄子：

當茄子果實分別貯藏於20℃、15℃、10℃、及5℃，並測定貯藏期間之呼吸率變化，其結果如圖所示，20℃貯藏者呼吸率由65mg.CO_2/kg.hr上昇至135mg.CO_2/kg.hr，而貯藏於5℃者，其呼吸率則維持穩定，大致在20mg.CO_2/kg.hr左右。由圖可知貯藏溫度愈高其呼吸率愈

高。貯藏其間並測定重量損失百分率，其結果如圖2.，貯藏於20℃者於10天後其重量下降至原來之71％，而5℃貯藏者僅下降至93％，可知貯藏溫度高，水分散失快，重量損失亦增大。

二、苦瓜：

與茄子同樣於20℃、15℃、10℃及5℃貯藏，並測定貯藏期間之呼吸率，其結果如圖3.所示，20℃貯藏者可由80Mg.CO_2/kg.hr 昇至103Mg.CO_2/kg.hr，而5℃貯藏者保持在13Mg.CO_2/kg.hr 左右。苦瓜在貯藏期間之重量損失與茄子大致相同，其結果如圖4.所示，20℃貯藏者經貯10天重量下降至原來的72％左右，而5℃貯藏者同樣經10天尚可保持原重量之93％，顯示降低溫度，可減少重量損失。

三、甜椒：

甜椒（藍星品種）之果實採收後分別貯藏於20℃、16℃、10℃及6℃，在貯藏期間硬度之變化如圖5.所示，硬度均呈下降，而不同溫度貯藏者其硬度變化的差異不大，但仍以20℃貯藏者下降最快。甜椒果肉中之維生素C在貯藏期間均呈迅速下降之趨勢（如圖6.所示），但各貯藏溫度之間的結果均相近，沒有太大差異。

甜椒若用不同薄膜包裝，其重量損失之百分率亦不相同，如圖7.所示，甜椒分別利用聚氯乙烯 (PVC) 薄膜 (0.01 mm)，聚丙烯 (PP) (0.30 mm) 及低密度聚乙烯 (LDPE) (0.03 mm厚) 予以密封包裝，在貯藏30天期間可發覺其重量損失，彼此有差異甚大，如圖7.所示，其結果顯示聚氯乙烯 (PVC) 之透水氣性最大。聚丙烯次之，而低密度聚乙烯之重量損失則最小。

四、毛豆：

將毛豆（「鶴之子」品種）用打孔PE袋包裝分別貯藏於20℃，4℃，1℃三種溫度狀況下，其重量損失如圖8.所示，以20℃貯藏者重量損失最大而1℃貯藏者重量損失最小。貯藏期間之維生素C損失如圖9.所示，，仍以20℃貯藏者損失最大，1℃貯藏者維生素C仍會減少，但較緩和。糖分含量方面以蔗糖爲例，在貯藏期間均呈下降之趨勢，仍然是以20℃貯藏者下降最快，1℃貯藏者則較慢。

五、豇豆：

將豇豆分別貯藏於20℃、15℃、10℃及5℃，貯藏期間並測定其呼吸率之變化，如圖11所示20℃貯藏者呼吸率最高，在高峰階段可達240mg.CO_2/kg.hr，而5℃貯藏者則最低，大致保持於40－60mg.CO_2/kg.hr左右。豇豆無包裝並貯存於上述四種溫度下，在貯藏期間之重量損失如圖12所示，包裝於打孔PE袋者重量損失如圖13所示，就其結果來看，無論有無包裝，重量損失變化曲線大致相似，唯有包裝者損失較低。不同溫度之間以20℃貯藏者之重量損失最大，5℃貯藏者之損失較小。豇豆貯藏後容易黃化，將豇豆分別貯藏於不同溫度之狀況下，並每四日以色差計測定其L，a，b值一次，依 L×b／｜a｜換算其色澤指數，結果如圖14所示，貯藏於20℃者色澤指數之上昇最速其次則爲15℃者，而10℃、5℃貯藏者其上昇則較慢，亦即表示貯藏於較高溫時，豇豆之葉綠素分解甚速，而黃化速度亦快。

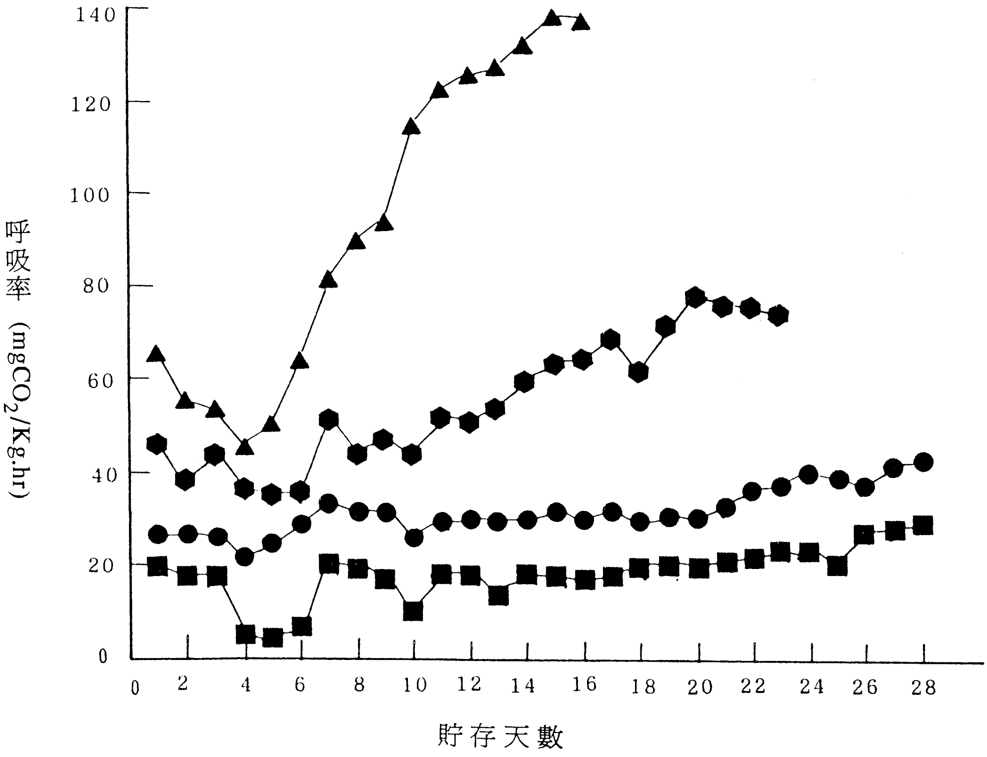


圖1. 茄子貯藏於不同溫度下之呼吸率變化
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

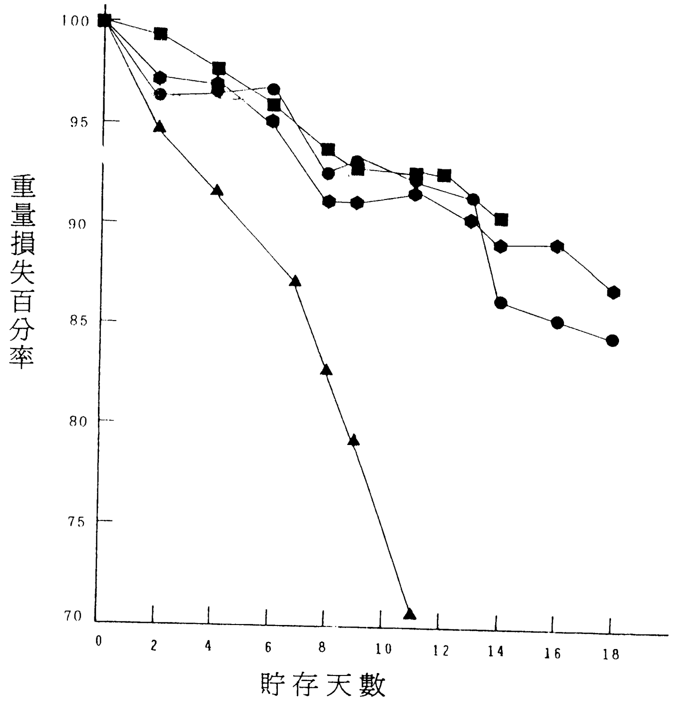


圖2. 茄子貯藏於不同溫度下之重量損失百分率
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

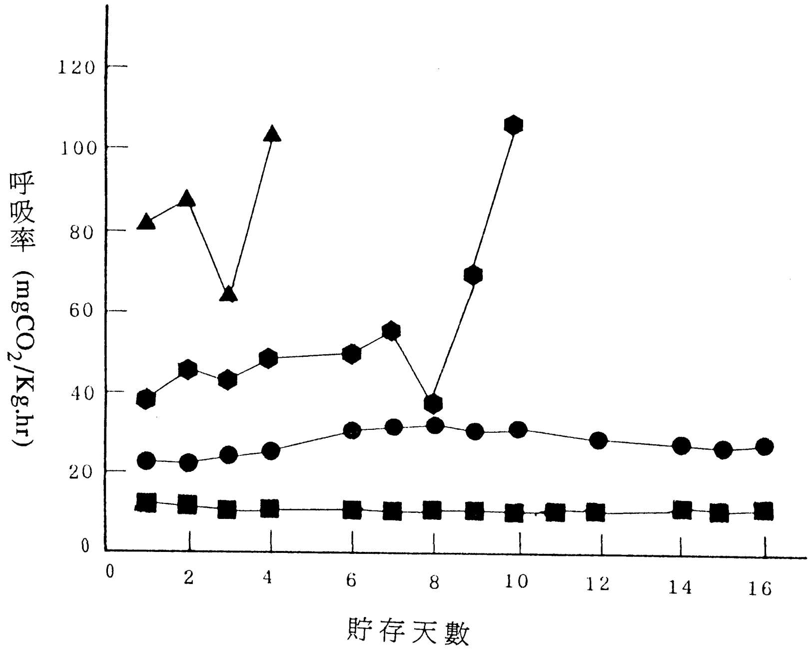


圖3.　苦瓜貯藏於不同溫度下之呼吸率變化
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

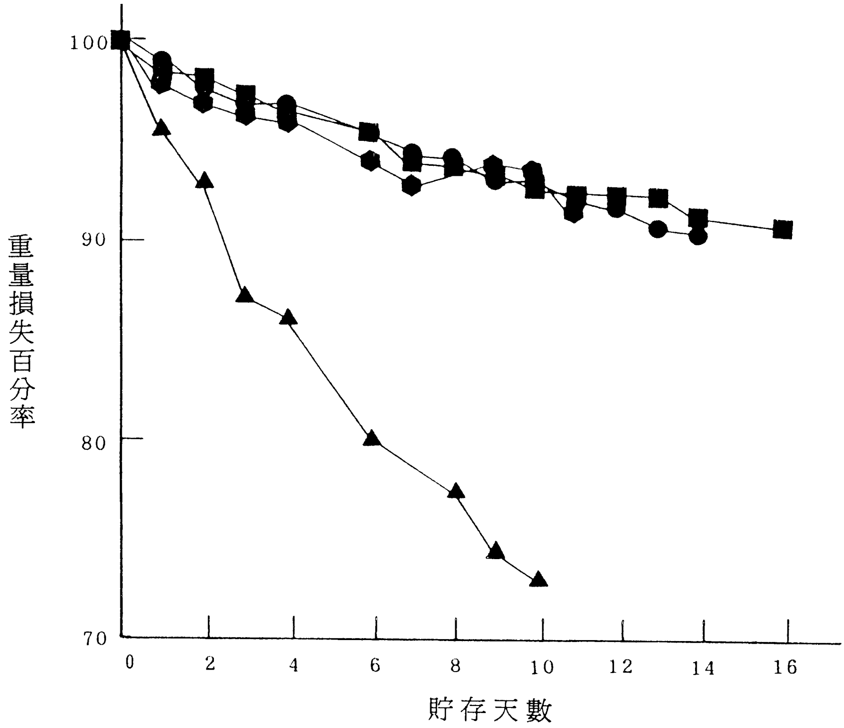


圖4.　苦瓜貯藏於不同溫度下之重量損失百分率
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

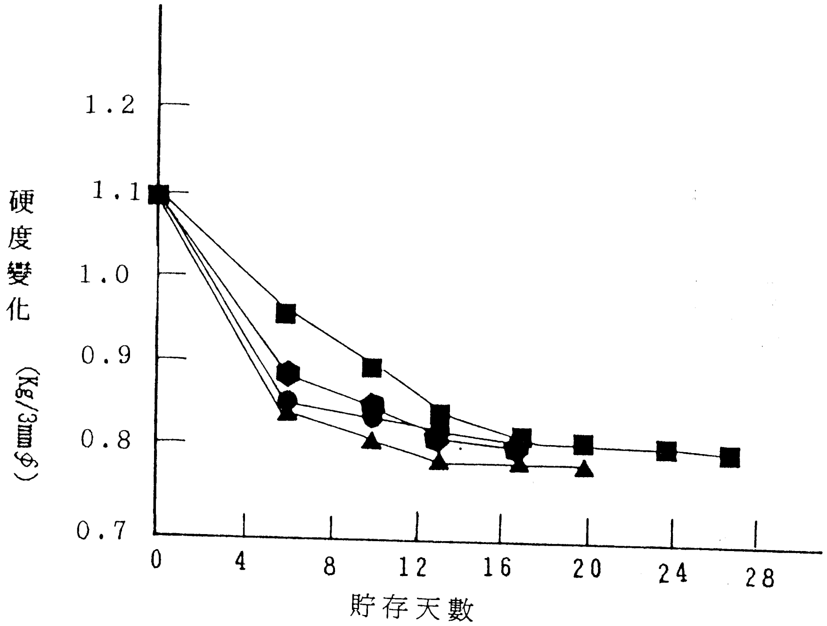


圖5. 甜椒貯藏於不同溫度下之硬度變化
(▲20℃，⬢16℃，●10℃，■6℃)

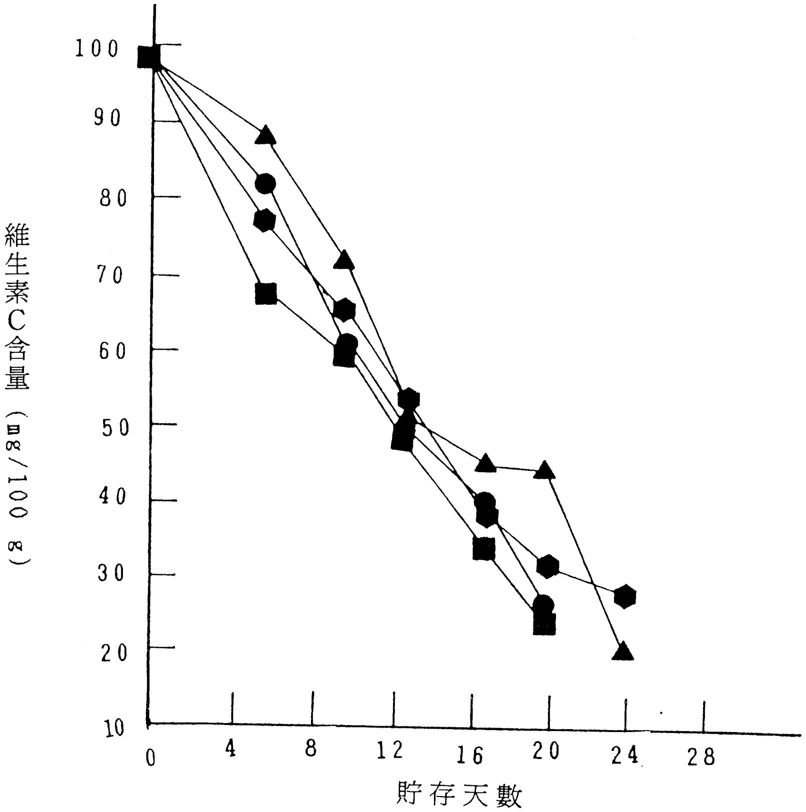


圖6. 甜椒貯藏於不同溫度下之維生素C含量變化
(▲20℃，⬢16℃，●10℃，■6℃)

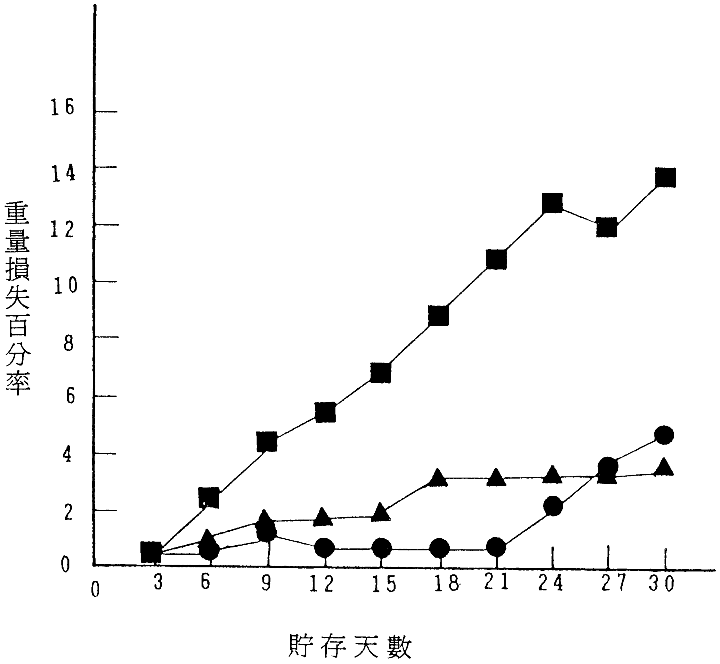


圖7. 甜椒用不同薄膜包裝貯藏於10℃之重量損失百分率
(■ PVC，▲ PP，● LDPE)

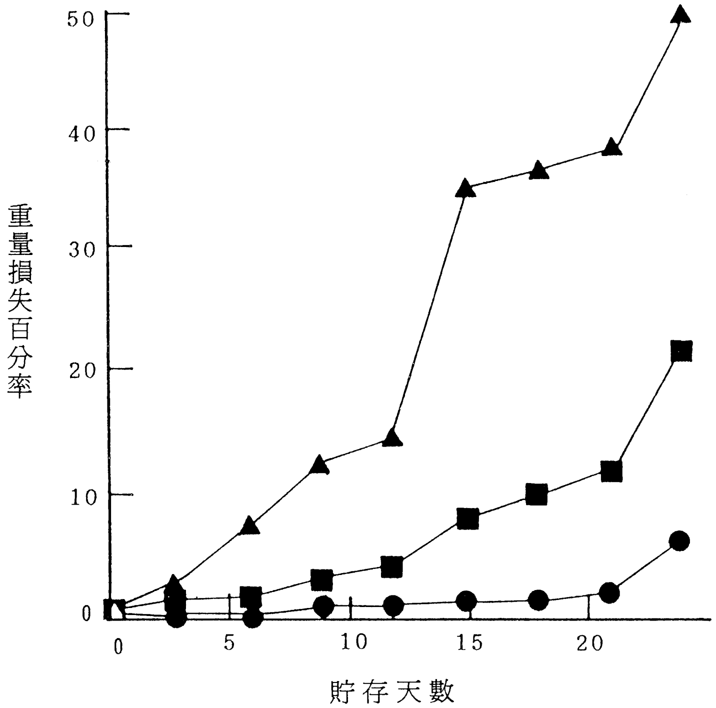


圖8. 毛豆用打孔PE袋包裝貯藏於不同溫度下之重量損失百分率
(▲ 20℃，■ 4 ℃，● 1 ℃)

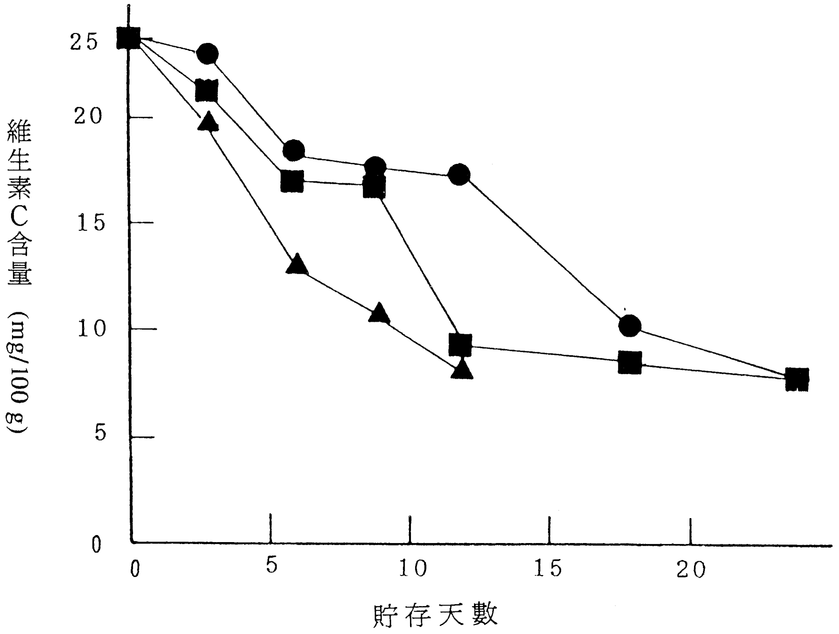


圖9. 毛豆用打孔PE袋包裝貯藏於不同溫度下之維生素C含量變化
(▲ 20℃，■ 4℃，● 1℃)

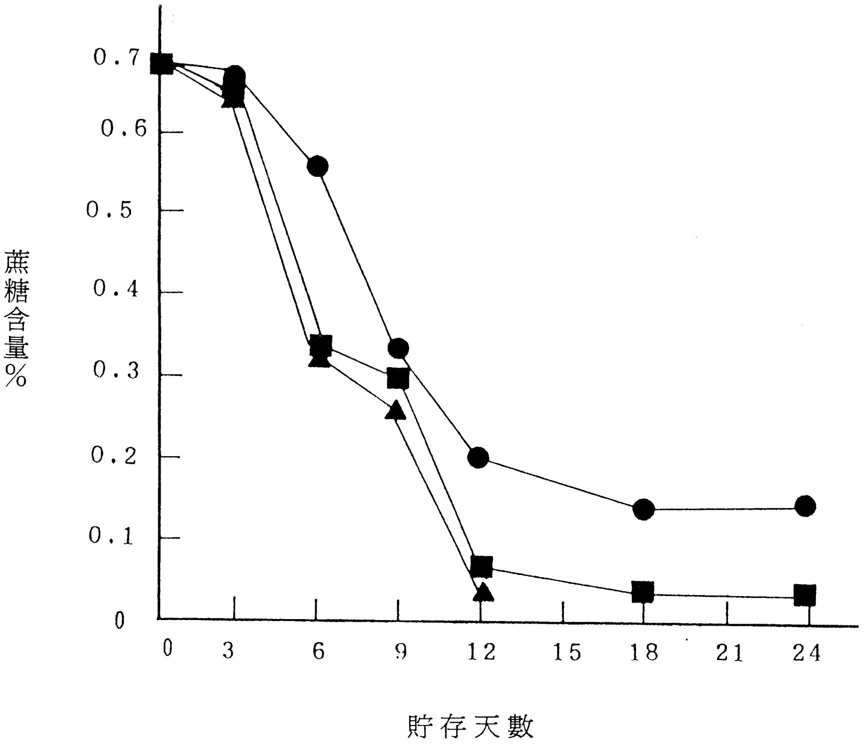


圖10. 毛豆用打孔PE袋包裝貯藏於不同溫度下之蔗糖含量變化
(▲ 20℃，■ 4℃，● 1℃)

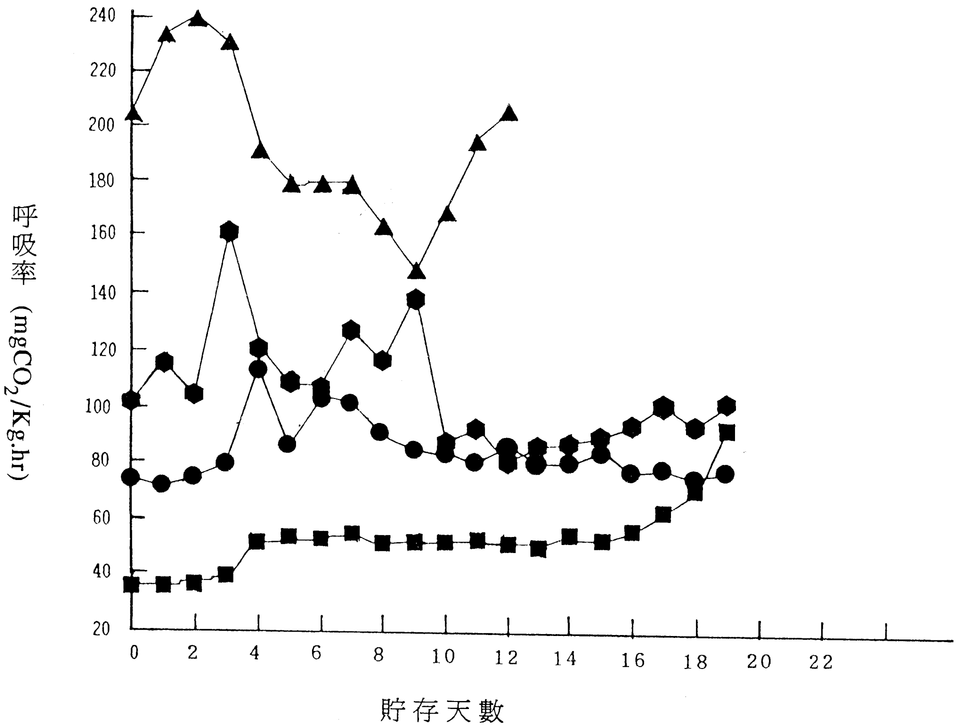


圖11. 豇豆貯藏於不同溫度下之呼吸率變化
(▲20℃， 15℃，●10℃，■5℃)

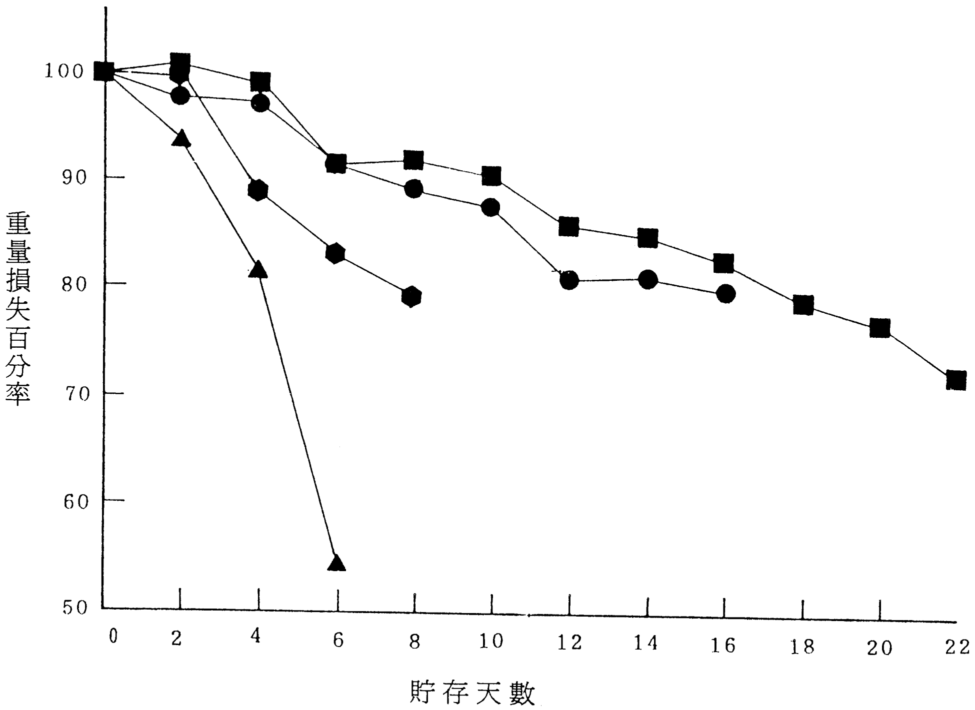


圖12. 豇豆無包裝貯藏於不同溫度下之重量損失百分率
(▲20℃， 15℃，●10℃，■5℃)

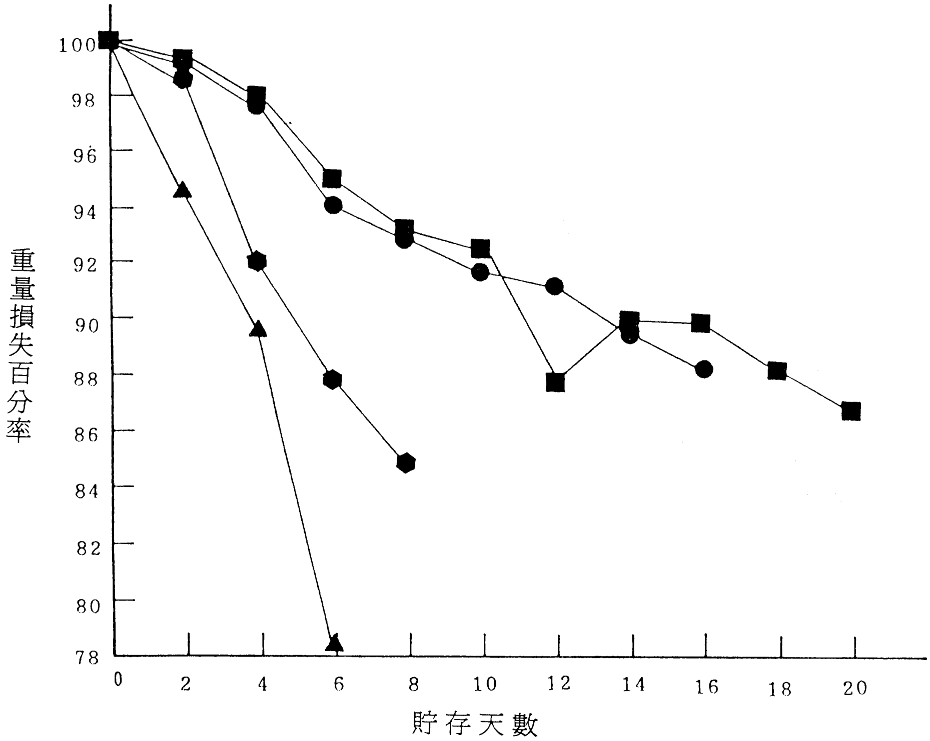


圖13. 豇豆用打孔PE袋包裝貯藏於不同溫度下之重量損失百分率
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

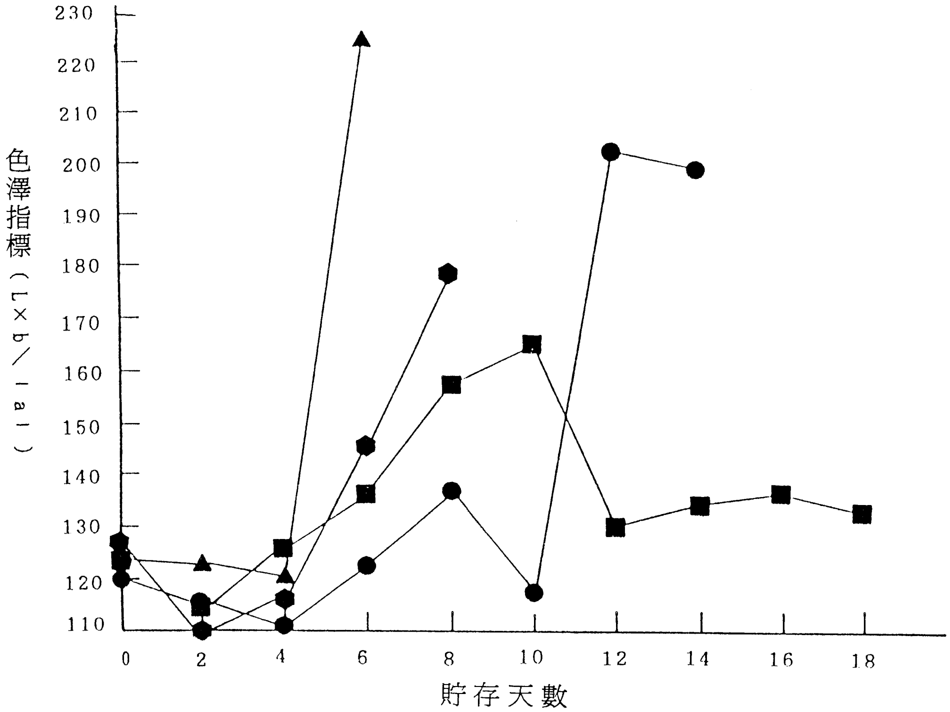


圖14. 豇豆貯藏於不同溫度下之色澤指數變化
(▲20℃，⬢15℃，●10℃，■5℃)

結　　論

由上述之綜合探討可得以下之結論：

1.果菜貯藏時應儘量降低溫度，如此可減少內容成分如糖分、維生素C等之損失，同時可以抑制呼吸率，減少黃化變色。

2.降低溫度需注意寒害可能發生之溫度：

雖降低溫度可減少果菜貯藏期間之許多物理、化學變化，但有些熱帶、亞熱帶原產蔬果不可貯藏於低於臨界點以下之溫度，否則會發生寒害，對品質反而有不良影響。例如本文中述及之甜椒、茄子於10℃左右即可能發生寒害現象，其症狀如表皮凹陷、種子變黑等會出現，故不可貯藏於10℃以下之溫度。而毛豆則貯藏於0℃時仍沒有什麼不良反應，顯示其較耐低溫。

3.包裝薄膜之選擇亦甚為重要：

利用塑膠薄膜包裝可減少水分之消耗，避免失重，同時具有調整貯藏環境中空氣之成分的作用，故常被採用。但薄膜之透水氣性及透氣性差異甚大，必須依照需要，慎為選擇才能發揮最大效果，而若於密封袋內添加乙烯吸收劑，可降低乙烯濃度，抑制果菜類之黃化、老化，如此亦可減少因過熟、老化所導致之損失。

參考文獻

1.蔡龍銘　1986　ナスの低溫障礙に關する研究　食品と低溫12: 1-5。

2.蔡龍銘　1987　貯藏溫度、包裝方法與殺菌劑對茄子果實品質之影響　屏東農專學報 28: 1-9。

3.蔡碧仁、蔡龍銘　1989　青椒果實貯藏期間品質變化之研究　屏東30: 98-105 。

4.蔡龍銘　1988　溫度與包裝方式對青椒果實貯藏壽命之影響　科學農業 36(7-8): 21 5-219。

5.蔡龍銘、許祥純、吳明昌　1990　毛豆貯藏期間品質變化之研究　中國園藝36(3): 210-222。

Postharvest Handling of Fruit Vegetables

Lung-Ming Tsay, Lih-Shang Ke and Pi-Ren Tsai

National Pingtung Poly-technology College

Key Words: Cold storage, chilling injury, packaging, ethylene absorbent, fruit vegetables.

Summary

The fruit vegetables can meet the needs of vegetables during summer time when the supplying of other vegetables are shortening.There are still some postharvest problems remained to be solved, such as, lossing of moisture, weight loss, discoloration, quality deterioration, which might enhance the commercial loss, and they should be delicately handled. The postharvest loss of fruit vegetables including physiological disorder, mechanical damage, postharvest diseases and pests infestation. The technics to prevent losses are protective packaging by lining and padding,and lowering the storage temperature, modifying (or controlling) the atmosphere gases, and the so called "cold chain"which keeps the commodities in constant cold temperature along with the whole marketing period.

In this presentation, the results of some researches on fruit vegetables such as on eggplant, sweet pepper, yard-long bean, bitter gourd and vegetable soybean are also introduced. That is, cold temperature storage can inhibit the respiration rates and reduce the losses of some endogenous constituents, but the storage temperatures are not benificial when they are below the critical temperature of chilling injury. Packaging with plastic films can reduce the moisture loss in the fruits. Yet the permeability of gases should be taken into consideration. A less permeable film might cause oxygen deficiency and result in fermentation, and a more permeable film might cause loss of moisture and result in dryness and shrinkage. Ethylene is a promotor of ripening and senenscence, and should be removed from the surroundings of fruit vegetables. Ethylene absorbent which made of alkali potassium permanganate carried by vermiculite can reduce the atmospheric ethylene and keep the vegetables more fresh and green, thus reduce the loss.

結　　論

曾煥順問：

1.請問您是用什麼毛豆品種做試驗？

2.甜椒、茄子之成熟度如何判別？

蔡龍銘答：

1.本試驗係採用高選八號，以前曾做過高選一號，其結果大致相同。

2.茄子依其接近果蒂部分之果皮產生露白為適當之採收期，亦即採收成熟度。
甜椒之成熟度較不易判斷，依果形及果皮顏色是否變淡綠可判斷，但不易辨別。依開花後日數計算較準確，但必須事先記錄。

綠蘆筍外銷採收後處理

林清富　　黃肇家

台灣省政府農林廳　　台灣省農業試驗所

摘　　要

冬季綠蘆筍在日本有廣大的市場需求，本省生產能力也日漸提高，由於空運出口外銷後品質劣化迅速，因此探討其外銷之保鮮處理技術。試驗結果顯示，空運(20℃3日)出口蘆筍品質不易維持，包括外觀不良、纖維化高、維他命C含量降低，以及櫥架壽命短等問題，一些處理包括田間預冷、冷藏運輸或包裝場預冷並不能有效改善品質，而以PE袋加碎冰包裝則可明顯的改善外觀不良及高纖維化之缺點。以海運出口(2℃7日)時，各種不同處理均能有效的改善空運之缺點而保持良好的到貨品質以及櫥架品質，因此綠蘆筍以低溫海運出口較空運易於保鮮，尤其低溫海運配合PE袋加碎冰包裝者效果最好，表示溫度和水分對蘆筍貯運品質有很大的影響，實用化之包裝方法值得進一步探討與研究。

前　　言

蘆筍是一種世界性的高級蔬菜，消費市場集中於歐美日等已開發國家，往年這些國家需大量進口白蘆筍罐頭，近年來由於消費習性的改變，消費市場逐漸轉向綠蘆筍。台灣爲順應此一潮流，於十餘年前推廣綠蘆筍栽培，當時係以生產綠蘆筍罐頭或冷凍綠蘆筍外銷爲主，近年來改以內銷鮮食爲主，普受國內消費者喜好，更有以高價的新鮮綠蘆筍外銷日本[6]。

鮮食蘆筍在日本有很大的市場需求，1989年東京中央市場蘆筍輸入量爲1,559噸，較1985年急增7～8倍(日本農學新聞，第9778號，1990年5月24日，第6版)。在冬季需大量仰賴進口，而本省綠蘆筍冬季生產技術改進，產量日漸增加，因此外銷日本有很大的發展潛力。

本省綠蘆筍目前以空運輸日，綠蘆筍於產地儘早採收，經核驗合格後以冷藏車運返包裝場冷藏，於出口前以冰水預冷2分鐘再分級裝箱，空運出口。空運日本後，一般之反應有三項缺點：風味不佳、色澤不夠深綠、可食部位少(即基部纖維化嚴重須切去)。

蘆筍採收後生理及採收後保鮮處理在本省研究不少。由於蘆筍是正在發育之幼嫩器官，呼吸率甚高，因此極易受採收後環境之影響。高溫使老化迅速發生，包括木質化與纖維化加

速，喪失風味及維他命C，腐敗率提高[1,2,3,4,5,7]，低濕則會促進失水與纖維化[3,7]。因此一般研究結果均建議蘆筍採收後要快速降溫，例如冰水預冷[1,3,5,7]或以乾冰預冷[5]，以低溫運輸[3]，以及基部浸水[4,7]。另外葉綠素含量會隨貯藏時間而降低[1]，色澤(L值與a值)於低溫下較能維持長久，因此採收應立即預冷及低溫貯放[5]。

由於國內之研究多著重於加工用蘆筍加工前之保鮮，本研究以鮮食綠蘆筍之外銷保鮮爲目的，期能在現行外銷處理作業上，找出有效改善目前外銷缺點之方法。

本研究試驗處理項目甚多，其結果曾刊於台灣蘆筍報告(75-76)：171－178，但各項處理之分類不明確，本文將作較清楚的分類，使關鍵性的處理之效果與重要性易於被瞭解。

材料與方法

一、材料

各處理使用之材料來自屏東九如，品種爲台南選三號，每項處理數量約3公斤，約有130枝，以單枝爲重複，每次調查選取7－9枝大小規格附合外銷標準者測定之。處理過程爲在產地經由農會協助向農民收貨，經冰水預冷或不預冷後以本所冷藏車運回，放2－4℃冷藏庫一夜，次日再經冰水預冷或不預冷後，截切捆把整理裝箱，經模擬空運或模擬海運後開箱調查，一部分材料於開箱後在室溫下放3日再調查一次，以瞭解其櫥架能力。

二、處理項目

㈠模擬空運

綠蘆筍經下列不同預冷與包裝後，於20～22℃放3日模擬空運後再調查品質。

1.包裝場不同預冷與不同包裝之影響

A.包裝場預冷包括：(1)不浸頂冰水預冷，(2)冰水預冷，(3)風冷，(4)不預冷。

B.不同包裝包括：(1)紙箱，(2)紙箱內放PE袋加碎冰，(3)紙箱內放PE袋，加碎冰後密封。

各項處理中，冰水預冷以自製小型鐵筒行之，筒內分二槽，槽內均裝有冰水可互通，一槽放冰塊，另一槽放蘆筍，一次可容蘆筍20公斤。蓄冰槽底部有送水唧筒，可將冰水由底部均勻送往蘆筍槽再由上部迴流，試驗中蘆筍一次約處理10公斤，水溫均維持於1℃，蘆筍於1～3分鐘內由戶外溫度降至2℃。風冷處理爲將蘆筍放通氣紙箱中，在冷藏車內通入強風吹冷，庫內撒冰水以增加濕度，PE袋加碎冰包裝爲蘆筍裝於PE袋內，袋口略低於筍頂，加入細碎冰，其量爲筍重之1/2。

2.冷藏車搬運之影響。

綠蘆筍採收後即放入冷藏車(4℃)或一般車箱內(約24℃)運輸到冷藏庫(約4－5小時)。

3.產地預冷之影響

產地預冷包括：(1)不浸頂冰冷5分鐘，(2)冰冷5分鐘，(3)冰冷20分鐘。

㈡模擬海運

綠蘆筍經不同預冷與包裝後，放於2℃7日模擬海運後再調查各項品質。

1.產地預冷包括：(1)不浸頂冰冷，(2)不預冷。

2.包裝場預冷包括：(1)不浸頂冰冷，(2)不預冷。

3.包裝包括：(1)紙箱，(2)箱內加PE袋加碎冰。

三、品質測定

項目包括色澤、切割力、維他命C含量及外觀與風味等項目。色澤以日製色差計測定(Minota, Color meter CR－200)。切割力以日製物性測定儀測定(Fudoh, Rheo meter NRM－201J－CW)。維化命C含量以2，6－Dichloroindophenol Titrimetric method 法滴定測定。外觀及風味均以感官評定，外觀之決定以蘆筍乾萎或飽滿度以及以手感覺脆硬之程度。風味則聞其頂稍是否有異味，與腐爛有很大的相關，可表示腐爛之程度。

結果與討論

一、模擬空運

㈠包裝場不同預冷與包裝之影響

1.色澤：

在包裝場上進行之不同預冷或不同包裝對3日空運後綠蘆筍色澤之影響不大，經3日櫥架之色澤影響亦不大(表一)。由於色澤在貯運後變化不大，因此色澤之改善要在田間栽培或品種上著手。

2.維他命C含量：

3日模擬空運使維他命C明顯的降低，3日櫥架更使維他命C含量降爲鮮採者之1/3(表一)。PE袋密封似乎可以維持維他命C於較高的含量，但是會使綠蘆筍產生異味，因此不能採用(表一)。

3.切割力：

3日模擬空運使綠蘆筍切割力顯著上升，尤其在距筍頂20cm處上升了5～6倍，包裝場冰冷或風冷仍然有如此高的切割力(表一)，說明了空運日本綠蘆筍可食部位少的現象。

紙箱內以PE袋加碎冰能有效的減緩切割力的上升，在包裝場不作冰冷處理的情況下仍然有效，這種效果在櫥架3日後仍然存在，表示碎冰包裝在降低切割力有重要的影響性(表一)。

4.外觀：

以現行出口紙箱包裝之綠蘆筍經3日模擬空運後，外觀均呈失水萎軟，包裝場冰

冷比風冷萎軟度較輕但亦無商品價值(表一)。

碎冰包裝能有效的改進失水萎凋的現象，即使在產地與包裝場均無預冷仍然有效，而且櫥架3 日後仍然有商品價值(表一)。

5.風味

風味於3日模擬空運後明顯的降低，一方面綠蘆筍的香味降低，另一方面有些處理會有異味產生。冰水預冷時莖頂浸在冰水內的處理以及PE袋密封包裝的處理均會有異味產生(表一)，顯示這兩種方法均應避免使用。

表一 包裝場不同預冷及不同包裝對綠蘆筍模擬空運運輸後及櫥架品質之影響

產地預冷	運輸溫度(℃)	包裝場預冷	包裝方式	21℃ 3日運輸後 色澤 L*b/lal	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm²) 10cm處	20cm處	外觀	風味	20℃ 3日櫥架後 色澤 L*b/lal	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm²) 10cm處	20cm處	外觀	風味
無	4	冰冷(a)	紙箱	164.3	22.0	534	3029	-1.3	1.8	165.2	10.4	636	6442	-2.2	1.2
無	4	冰冷	紙箱	151.0	19.2	469	3725	-1.2	-1.1	157.2	12.5	732	5309	-1.7	0.8
無	4	風冷	紙箱	142.8	17.3	574	2974	-2.4	2.3	156.1	11.8	714	4731	-2.4	1.5
無	4	冰冷	紙／冰	161.4	17.8	432	1609	2.0	-1.9	163.5	10.0	566	3658	1.1	-1.4
無	4	無	紙／冰	163.7	17.4	372	1498	2.2	1.3	163.6	11.0	656	3654	1.8	1.0
無	4	無	紙／冰／封	157.5	23.3	450	1378	2.4	-1.5	163.7	11.6	475	2575	2.2	-1.8
無	24	冰冷(a)	紙箱	144.8	19.4	870	3494	2.2	1.7	154.6	12.4	1200	5868	-2.9	1.4
產地鮮採品質				156.9	35.4	357	546	3.0	3.0						

註：冰冷(a)爲不浸筍頂之冰水預冷
紙／冰／封 指紙箱內有PE袋裝碎冰且密封。
紙／冰 指紙箱內有PE袋裝碎冰。

㈡產地冷藏車搬運之影響

綠蘆筍在產地採收後不以冷藏車搬運會使模擬空運後切割力提高，尤其經3日櫥架後，距筍尖10cm處也强烈的纖維化(切割力提高)(表一)。綠蘆筍外觀亦較差(表一)，顯示產地低溫運輸有其需要性，可能產地與包裝場之距離較遠，運輸時間較長有關。

㈢產地預冷之影響

產地預冷對綠蘆筍3日模擬空運後之色澤，維他命含量、切割力之影響不大(表二與表一比較)。但可使外觀改善(表一產地無預冷且紙箱包裝者，外觀多爲負值，表二產地預冷者多爲正值)。產地預冷對風味沒有改善，但如浸頂冰冷仍會導致異味產生(表二)。

產地預冷要配合碎冰包裝才能明顯的降低切割力，而碎冰包裝在產地無預冷的處理仍有顯著的效果，因此碎冰包裝的效果較爲重要。

表二　產地不同預冷及包裝場不同預冷與包裝對綠蘆筍模擬空運運輸後及櫥架品質之影響

產地預冷	運輸溫度(℃)	包裝場預冷	包裝方式	21℃ 3日運輸後 色澤 L*b/|a|	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm^2) 10cm處	20cm處	外觀	風味	20℃ 3日櫥架後 色澤 L*b/|a|	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm^2) 10cm處	20cm處	外觀	風味
冰冷5'(a)	4	冰冷(a)	紙箱	153.4	21.6	560	2264	1.2	1.8	148.4	10.4	378	4049	-1.0	1.1
冰冷5'	4	冰冷(a)	紙箱	151.3	22.1	601	3065	1.1	-1.2	156.9	11.0	687	4302	-0.9	-1.4
冰冷20'	4	冰冷	紙箱	161.6	18.6	438	2673	1.3	-1.3	152.5	11.6	594	3742	-1.3	-1.4
冰冷5'	4	風冷	紙箱	146.0	18.9	579	3042	-2.1	1.1	157.9	12.1	699	4033	-2.1	-1.0
冰冷5'	4	冰冷	紙／冰	166.3	18.2	378	1238	2.3	-1.2	162.8	10.7	540	2954	1.7	-1.3
冰冷5'	4	無	紙／冰	163.6	19.0	416	1217	1.9	1.4	159.2	11.7	580	3778	1.5	-1.1
產地鮮採品質				156.9	35.4	357	546	3.0	3.0						

註：說明如表一

二、模擬海運出口

在模擬海運方式的試驗中，各種處理在外觀上與風味上均較空運者佳(表三與表二、表一比較)，維他命C含量亦明顯的較高，顯示低溫海運雖然運輸時間較長，但是對品質的維護優於空運。

色澤與切割力以海運出口者和空運出口者無明顯的差異，要改善纖維化問題(降低切割力)仍以碎冰包裝效果最好(表三)，顯示即使在低溫貯運下，水分的供應仍極為重要。產地預冷或包裝場預冷效果均不明顯。

表三　不同預冷及包裝對綠蘆筍模擬海運運輸後及櫥架品質之影響

產地預冷	運輸溫度(℃)	包裝場預冷	包裝方式	2℃ 7日運輸後 色澤 L*b/|a|	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm^2) 10cm處	20cm處	外觀	風味	20℃ 3日櫥架後 色澤 L*b/|a|	Vit.c mg/100g	切割力(g/cm^2) 10cm處	20cm處	外觀	風味
冰冷(a)	4	冰冷(a)	紙箱	158.8	22.1	717	2863	2.3	2.1	151.3	14.1	680	3519	1.3	1.5
冰冷(a)	4	無	紙箱	146.1	25.8	776	3516	1.2	2.3	150.4	16.8	611	2818	1.1	1.3
冰冷(a)	4	無	紙／冰	151.8	23.2	552	1116	2.8	2.5	160.8	13.8	606	2632	2.4	1.4
無	4	無	紙／冰	156.9	21.8	558	1750	2.7	2.3	160.2	15.0	567	1917	2.1	1.4
產地鮮採品質				156.9	35.4	357	546	3.0	3.0						

註：說明如表一

結　　論

1. 綠蘆筍以空運外銷，以現行處理方法使蘆筍到貨品質有外觀較差、纖維化高及維他命C含量低之現象，若使用PE袋加碎冰包裝，可改善外觀及纖維化高之缺點，尤其可增加櫥架品質，但無法增加維他命C含量。

2.綠蘆筍以海運外銷，一般處理之到貨及櫥架品質均較空運爲佳，尤其可較空運顯著的提高維他命C之含量，在蘆筍外觀上及風味上均有較好之效果，若使用PE袋加碎冰包裝效果更佳。

3.綜合而論，本試驗之各項處理，蘆筍之色澤影響不大。抗切割力於運輸後及櫥架後均大爲提高，以PE袋加碎冰可有效的改善。維他命C含量於貯運後均降低，以海運低溫運輸能顯著的改善。外觀及風味經運輸及櫥架後均有很大的改變，空運中以PE袋加碎冰或以海運運輸才有可令人接受之品質。

4.關於前言部分提及三項缺點，在色澤上由於本省綠蘆筍在產地之綠色程度已較低，各項不同採後處理後均無顯著消褪或增進之變化，因此仍須在栽培及品種上改進。在食用風味上，綠蘆筍以低溫海運，維他命C含量可較空運顯著提高，可能有助於食用風味之提高。若使用冰水預冷，筍尖須避免接觸冰水。纖維化過高之問題上，以PE袋加碎冰之包裝可以顯著的改善，因此值得研究實用化推廣使用之方法。

參考文獻

1.方祖達、區少梅　1974　預冷與貯藏溫度對蘆筍嫩莖呼吸率、品質及保鮮之影響　中國園藝 20(4)：204～212

2.張唯勤、張啓正、胡雪萍　1975　綠蘆筍嫩莖採收後貯藏溫度對木質素，Gibberellins 和 Cytokinins 含量之影響　中國園藝21(2)：71～78

3.張喜寧　1975　蘆筍嫩莖採收後的老化問題　中國園藝21(4)：71～181

4.張喜寧　1979　乙烯及貯藏條件對採收後蘆筍嫩莖長度、重量及老化之影響　中國園藝25(2，3)：58～70。

5.區少梅、李世傑、黃惠英　1988　綠蘆筍加工原料保鮮之研究 台灣區第四屆蘆筍研討會 p 148～177

6.諶靜吾、杜金池、林清富、顏永福、劉益男、林滄智、楊政治、楊建煌、黃光仁、陳秋溪、邱明輝、謝至釧　1987　考察澳大利亞、紐西蘭、泰國綠蘆筍設施栽培及產銷技術工作報告 37pp

7.Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang, 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Dept of Agri., Agriculture Handbook No.66 130 pp.

討　　論

余增廷問：

1.老化或退化是從生長點開始或從基部位開始？

2.基部加冰塊是否可達到預冷的效果？

3.將綠蘆筍插在冰塊上包裝起來是否就可達冷藏效果？

黃肇家答：

1.蘆筍老化時從基部開始快速的纖維化。

2.基部加冰塊只有局部冷卻，無法使整體蘆筍降溫，因此無法達到理想的預冷效果。但是基部加冰塊能提供水分讓蘆筍吸收，可因此減緩蘆筍的纖維化。

3.這只是局部降溫，在常溫下，冰塊不久就會溶化而失去保冷的效果，因此無法取代冷藏。

綜合討論

沈再發發言：

由於國人對於水耕蔬菜了解不夠徹底，故有報社打電話給我，問到有關水耕蔬菜使用很多的硝酸態氮，食用水耕蔬菜會影響人體健康，更可能導致癌症。在此我必須說明，土耕蔬菜是以銨態氮爲主，硫銨含量較多，而水耕蔬菜的氮素是以硝酸態氮較多，而銨態氮不能太多，這是一個事實，但一般土耕蔬菜所施用的銨態氮並不能直接爲蔬菜所吸收，而是需要經過土壤微生物硝化作用，變成硝酸態氮後，才能爲蔬菜所吸收。因此，同一種類的蔬菜，利用水耕栽培其對硝酸態氮的吸收量，不見得會比土耕栽培爲多，此外，硝酸態氮在植物體內之含量，除依作物種類的不同而有差別外，不同的生育時期和不同的作物器官，其含量也不一樣。另栽培期間的光線、溫度和濕度等都會影響到硝酸態氮含量的多寡。例如萵苣，在强光下，其硝酸態氮的含量較低，大約在50～200ppm，但在弱光下，其硝酸態氮的含量卻高達400～800ppm，此外，萵苣在早上採收，陽光還未出現時，其硝酸態氮的含量較高，若在傍晚採收，因經過同化作用，其硝酸態氮含量則較少。無論土耕或水耕其硝酸態氮含量大致相同。水耕蔬菜在世界各地都有栽培，且歷史悠久，在栽培食用上應該沒有什麼問題，況且養液需經水解後才被蔬菜吸收。我藉此機會補充說明，以免輿論上的誤導，以致影響到農民收益。

賴森雄問：

1.台灣水耕蔬菜栽培到底有沒有推廣價值？
2.台灣發展水耕栽培已有很久的歷史，在這次研討會中，提出水耕栽培可用於果菜類蔬菜，但在目前的環境下，利用水耕栽培果菜類，是否有前途？

吳明哲答：

以農政立場來說，水耕蔬菜仍在試驗研究階段，尙未正式推廣。

沈再發答：

農民對於水耕栽培的了解不夠，多作盲目投資，因而失敗，以目前的農業來說，農業上的生產經營只能維持收益而已，要賺大錢是不可能，種植果菜類如苦瓜、番茄等，其生育期長達7～8個月，每平方公尺可生產30公斤的果實，作爲觀光性質的栽培生產是有利可圖，一旦大規模推廣栽培，其利潤就無法與土耕生產比較。

鄭淑美問：

上級單位是否有辦法抑制基層農政單位，在推廣水耕蔬菜栽培上稍加克制，不要造製誘因，來引誘農民大量投資，致使血本無歸。

鄭義雄答：

水耕栽培目前已列入國家級試驗研究計畫，在試驗階段，尚未正式推廣，不過水耕栽培已試驗研究了很久，農政單位希望能夠在最近邀請農經專家進行經濟效益評估及技術潛力上的分析，以確定水耕栽培在台灣是否可以發展，在發展上應需注意那些技術問題。

吳明哲答：

農委會在一年前就要求從事水耕栽培研究人員提送研究結果，以供分析探討水耕栽培在台灣之可行性，另在三個月前召開檢討會，希望由各研究人員將歷年來的研究成果，編成一本水耕栽培實用手冊。

劉富文補充：

由於台灣市場較小，什麼作物種植過多，就會造成滯銷，因此農政單位最好不要勸農民去種什麼作物，據我在美國的經驗，他們的推廣人員，是不會叫農民去種什麼作物，而是告訴農民那些作物在幾年後會生產多少。因此，農委會或農林廳在編寫設施園藝評估報告時，要很小心，千萬不要評估種什麼作物能賺錢，只能評估以我們目前的栽培技術來生產設施蔬菜，其生產成本是多少，這樣農民就可以憑這些資料來估算，來決定要不要投資生產設施蔬菜。

張武男問：

台灣種植蔬菜時，使用很多化學肥料和農藥，國外有一個時髦的名詞，叫做持續性農業或有機農業，其主要目的是在減少化學肥料和農藥的使用量，請問農政單位對於有機農業在蔬菜方面的推廣與未來發展有何看法？

余增廷答：

持續性農業或有機農業的觀念是非常正確，主要是在減少化學肥料和農藥的使用量，但想要完全以有機肥料來代替化學肥料，是有困難的，有機肥料在農作物的使用上是否可以針對某一生育階段或某一產區或是有機肥料和化學肥料的混合比例等來朝向有機農業的觀念來發展，目前在台中區農業改良場有一系列的有機農業之試驗研究，如有機肥料的生產製造、農業的經營規模和農產品的產銷等。不過要完全做到有機農業是不容易，經濟效益也不容許。

吳明哲答：

在果樹研討會上曾經討論過持續性農業，其主要目的是在加强有機肥料之使用，注重果樹營養管理，以減少化學肥料及農藥的使用量，這種觀念，我們也希望能夠推廣到蔬菜生產上，這點希望由蔬菜、病害、土壤和農機等專家來共同努力，一起來推動有機農業。

余增廷補充：

有機農業所使用的有機肥料，不僅是固體肥料，也有液體肥料，如果能將有機肥料和化學肥料混合使用，以增加有機肥料之使用量，而減少化學肥料之使用量，亦是一種可行的方法，另外有機肥料可以改善土壤的物理性、化學性和生物性等，可使蔬菜生長良好，但病虫害的發生亦需注意，大體上來說，要完全不使用農藥是不可能的，不過能減少農藥的使用量和適時施用農藥，也就達到有機農業的目的。

賴森雄問：

有機肥料的有效性如何？製造成本又如何？市面有機肥料的售價是否有偏高？倘若有機肥料的製造成本過高，農政單位可否設法由環保方面拿出經費來補助有機肥料的生產？

余增廷答：

農政單位已注意到有關有機肥料的生產成本，也已著手研究如何降低有機肥料的生產成本，以減輕農民負擔。

鄭義雄答：

站在政府的立場，主要是在確保品質的可靠性，由於有機肥料的確有助於產品品質的提升，所以在示範性的試驗栽培階段，政府會給予少數經費補助。

賴森雄問：

果樹單價高，可負擔高單價有機肥料，但蔬菜售價較爲便宜，如何在蔬菜栽培上推廣使用有機肥料？

鄭義雄答：

以目前政府的財力，是無法做到全盤性的經費補助，僅能針對有前瞻性的試驗做重點式的補助。至於蔬菜施用有機肥料是否合算，應由農民自行評估、判斷，若要以政府的財力去扶持，並非長久之計。

林茂雄問：

1.台灣蔬菜種類很多，有些蔬菜種源是在東南亞一帶，國外很多育種人員都到東南亞一帶去

蒐集種源，我們更應該加强種源庫的建立及人材培訓，以保存固有的作物種源？

2.有關作物種源的搜集，政府應該在每年或每隔一段時間派員到國外去搜隻一些重要的野生種，在品種收集方面，亞洲蔬菜研究發展中心及農友種苗公司都有很好的成績，試驗研究單位有待加强，種源庫的經費亦應酌量增加？

3.種源庫是否可在全省各地設立工作站，以負責該區重要作物種源之收集？

余增廷答：

目前國家級種源庫已在籌劃中，政府會在物力和財力上作大量投資。至於要在全省各地設立工作站，也許還不需要，因爲台灣面積很小，且蔬菜作物種源也不需要分那麼多地區來保存。

吳明哲答：

種源庫於民國75年就列入國家級計畫，在民國80年農建計畫裡撥出一億六仟萬元，民國81年預算再追加一億六仟萬元，總共三億二仟萬元，由於本省環境氣候型態與國外不同，因此，在國內種源庫的設計是針對本省高溫多濕的氣候環境而設計，且需要有50～100年之耐用期限，所以我們規劃的時間比較久一點。致於派員到國外搜集種源，農委會在過去幾年中，都有派員到世界各地去搜集種源。

杜金池補充：

我想在座各位貴賓都很關心種源庫的興建，因爲它會影響到新的蔬菜作物、新的育種方向以及新的科技運用等等。在此，我向各位報告一個好消息，就是種源庫將在23日招標，一個月後就可以興建，預定在民國82年底建築完成開始運作，種源庫的建立是以農業試驗所爲中心，各區改良場因有地方性的特殊作物，所以由各區改良場爲分支點，形成連線，統一管理。至於有些作物或新引進作物需要在高山種植或在高海拔檢疫，因此在信義鄉海拔2100公尺之望鄉地區，設立高海拔種源保存圃以及羅娜地區設立中低海拔種源保存圃，這兩個種源保存圃暫時交由本所園藝系負責管理，爲了配合國家級種源庫功能的推動，農試所已奉中央核定成立一個單獨的一級單位，來專門負責全省作物種源工作，對外與美國、荷蘭等國家之作物種源保存單位保持連絡，對內與國內各農業單位形成連線，種源庫分有長期庫、中期庫和短期庫三種，短期庫所保存的作物種源可隨時提供給國內外各育種家所需之育種材料，長期庫是長久的保存作物種源。

施昭彰問：

台灣夏季蔬菜短缺，可以利用設施栽培來加以克服，但在設施栽培上，我們只注重水耕栽培方面的研究，而不注重設施內之生長環境，水份控制，營養供應和病蟲害之防治等等之研究？

吳明哲答：

水耕栽培只是設施園藝試驗研究的一部份而已，實際上設施園藝的研究重點建立在本土化設施園藝研究，研究範圍包括有栽培生理，病害，蟲害防治等等。

林學正發言：

本省農業自六〇年代起至八〇年代，一直在走下坡，但農政當局仍以提高農民所得爲重心，來努力改善本省農業。但在八〇年代以後，本省農業因受到國際化、自由化和貿易化的影響，八〇年代的農民不是以生產爲導向，而是以產品爲導向，農作物的生產要考慮到市場銷售和生產成本等問題。譬如生產水耕蔬菜或其他新開發的園產品，雖然有些生產者能夠獲利，但仍有些生產者虧本，能獲利的生產者，是有其成功的經營方式。現在農民平均年齡在46.8歲，由於年齡太高且缺乏新的經營觀念，所以少有企業化的經營方式，可是八〇年代以後，慢慢有年青的一代參加農業經營生產行列，本省農業又會欣欣向榮。對於種源庫方面，我個人有些建議，政府花了幾億經費來興建種源庫，且由農委會的調查報告指出目前最有前途的農業爲種苗業，因此，希望種苗業能夠在台灣生根，如荷蘭的種苗業能賺錢，主要是荷蘭能育出許多新產品，所以也希望本省能育成新產品外銷到國外。許多種苗業者也有自己的種源要貯藏，但他們的種源不會很多，若要蓋一間種源庫，似乎有點浪費，所以我建議農試所在蓋國家級種源庫時，不要純粹爲了學術立場來保存種源，應考慮開放給民間種苗業者來寄存種源，這樣也許可以增加政府與民間的互相交流，有些種苗業者恐怕他所貯放的種源會被盜用，是否我們可以在中期庫或長期庫裡，分隔成若干間小隔間，尤如銀行保管箱一樣將鑰匙交由種苗業者自行保管，這樣種苗業者才有信心將他的種源存放在國家種源庫裡，如此，可減輕種苗業者生產成本，有利於產品外銷。

研討會出席人員名單

單位	出席人員					
行政院農業委員會	古德業	李金龍	吳明哲	張永欣	諶靜吾	連忠勇
	黃子彬	邱湧忠				
台灣省政府	孫明賢	余增廷	何偉眞	林學正	徐茂樟	林國濱
	鄭義雄	謝水來	陳信言	陳起祥	喩雅蘭	謝麗娟
	沈百奎	翁正憲				
中央研究院	陳榮芳					
國立台灣大學	洪　立	黃　涵	鄭　燮	張祖亮	張龍生	王自存
	劉富文	李　哖	陳奇峰	陳迪偉		
國立中興大學	陳清義	張武男	楊耀祥	宋　妤	林慧玲	林深林
	楊秋忠	曾夢蛟	卓俊銘	傅立香		
私立文化大學	羅筱鳳	張玉紅				
國立屏東技術學院	蔡龍銘	林茂維	吳秀娥			
國立嘉義農專	許文章	洪進雄				
國立宜蘭農工專	張銅鎚	許阿榮				
台灣省農會	何銘樞					
農業試驗所	杜金池	蕭吉雄	范明仁	曹幸之	羅朝村	楊偉正
	劉邦基	胡敏夫	施昭彰	莊耿彰	張庚鵬	黃秋雄
	鄧汀欽	王鐘和	賴建州	歐錫坤	羅幹成	盧煌勝
	蔡財旺	凌千里	陳邦華	林瑞松	王爲一	張有明
	黃肇家	何永欽	曾煥順	趙景煌	曾明懋	王妙珍
農業試驗所鳳山分所	沈再發	劉政道	林昭雄	王惠亮	林純英	許淼淼
	曾紹均	陳甘澍	鄭光進			
農業試驗所嘉義分所	程永雄	嚴新富	莊有亮			
農業藥物毒物試驗所	呂理燊	翁愫愼	段淑人	徐玲明	曾經洲	
桃園區農業改良場	張學琨	張粲如	林維和	陳添來	許啓城	許苑培
	李窓明	范淑貞	林秀夫	邱輝龍	陳榮輝	廖芳心
台中區農業改良場	謝順景	宋　勳	高德錚	林天枝	郭俊毅	鍾錐榮
	郭孚耀	古錦文				

台南區農業改良場	陳榮五	張明聰	黃賢良	潘文祥	楊紹榮	孫文章
	王仕賢	林棟樑	陳水心	陳鴻彬	蔣金玲	
高雄區農業改良場	吳育郎	黃賢喜	楊文振	施純堅	戴順發	
花蓮區農業改良場	林富雄	黃　鵬	呂文通	李國明	李碩朋	
台東區農業改良場	黃武林	郭能成	李善忱	陳進分	游滄洲	李崇政
種苗改良繁殖場	林俊義	黃維東	廖公益	陳盛義	王小華	陳國雄
	蔡文仁	陳培昌	詹竹明	黃泮宮	薛佑光	
茶葉改良場	邱再發					
亞洲蔬菜中心	蔡俊雄	陳美惠	陳正次	賴森雄	張連宗	
農友種苗公司	郁宗雄	曾仙化	陳永賢	吳玉珍		
生生種苗公司	何以涼	何泰然				
北吉公司	洪偉誠					
武陵農場	蕭徽山	李清彬				
福壽山農場	戚光爛	余士銘				
清境農場	陳堯階					
農藥世界	謝麗娟	許瑞娟				
世一機械	黃炳森	周台生	呂昭慶			
省立關西農校	姜鴻達					
省立關西農校	黃珮玲					
省立員林農校	鄭美淑					
省立仁愛農校	周幸芬					
省立霧峰農校	施龍憲					
省立台南農校	陳麗芬					
省立花蓮農校	李玉麗	謝元欽				
省立佳冬農校	李勝仙					
省立龍潭農校	魏煥威					
省立桃園農校	方采禾					
省立淡水農校	廖玉梅					
省立內埔農工	李高文					
市立松山工農	李道明					

蔬菜生產與發展研討會專刊

發行人：杜金池

編輯者：杜金池、蕭吉雄、楊偉正

出版者：台灣省農業試驗所

台中縣霧峰鄉中正路189號

04-3302301

承印者：寶成電腦文字排版坊

台中市旱溪街78號

04-2130862

中華民國八十二年六月　　非賣品

ISBN 957-00-2275-2

「蔬菜生長與發展研討會專刊」一書勘誤表

頁次	行 次	原 文	訂 正
Ⅱ	18	...集思廣意以加強研擬...	...集思廣益以加強研擬...
Ⅱ	20	...含蓋層面非常廣...	...涵蓋層面非常廣...
Ⅳ	19	...諸位先進不要謙棄我...	...諸位先進不要嫌棄我...
Ⅷ	目錄13	...林純英	...林純瑛
6	24	...研究打破被馬鈴薯...	...研究打破馬鈴薯...
7	22	...園藝試驗分析研究...	...園藝試驗分所研究...
18	13	...以達穩訂夏季蔬菜...	...以達穩定夏季蔬菜...
19	9	...農業試驗、各大學及...	...農業試驗所、各大學及...
23	表三	...保存的中重要蔬菜種源	...保存中的重要蔬菜種源
27	5	...大陸移民台孌時...	...大陸移民台灣時...
39	15	...再加植株各生育期對...	...再加入植株各生育期對...
39	30-31	3.懸執機械...裝置懸執作業...	3.懸軌機械...裝置懸軌作業...
43	1	...為工歐美採用之優點所在	...為歐美採用之優點所在
43	26	...壘苔屬 8倍...	...薹苔屬 8倍...
43	31	...添加氣化至鍋中...	...添加氣化鈣至鍋中...
55	19	...突變育種多倍體育種...	...突變育種，多倍體育種...
58	4	灣蔬菜育種應增強之部分	台灣蔬菜育種應增強之部分
58	9	...台灣臺千家大製造業...	...台灣壹千家大製造業...
60	3	...RCMV)具良好之田間...	...RCVMV)具良好之田間...
60	11	著者多次參加圜藝作物...	著者多次參加園藝作物...
61	21	...育成同遺傳背境系...	...育成同遺傳背景系...
61	33	...而有長期性...	...需有長期性...
64	8	...低溫時期均常發現...	...低溫時期經常發現...
68	11	...為北冬季缺乏...	...為北方冬季缺乏...
83	表十三	西瓜抗病基因及其控制之病毒	西瓜抗病基因及其控制之病蟲
89	6	...Ti質體作基直接基因...	...Ti質體作直接基因...
89	17	...liposomre或細菌...	...liposom或細菌...
91	36	...質體注人油菜的...	...質體注入油菜的...
95	29	...經由電孔去及配合...	...經由電孔法及配合...
105	圖一	...分析步聚流程圖	...分析步驟流程圖
130	17	...何如醣類、胺基酸...	...例如醣類、胺基酸...
131	8	...增加土壤的團聚穩定性...	...增加土壤的團粒穩定性...
132	29	四、減少耕整及增加覆蓋	四、減少耕犁及增加覆蓋
132	30	...耕整次數愈...整地耕整之...	...耕犁次數愈...整地耕犁之...
135	8	...func-tion...	...function...
138	26	...(2)採留母莖採收...	...(2)不留母莖採收...
145	2	...筍田覆蓋膠布後...	...筍田覆蓋塑膠布後...
146	21	於21行與22行間插入一行	300元/工/0.3hax15工(採收期30天，二天收一次)=3000元
167	6	...播種到播收期...	...播種到採收期...
174	7	...胚之正常發育...	...胚珠之正常發育...
174	15	...似平無法完全...	...似乎無法完全...
177	-7	...籍著葉片中儲藏...	...藉著葉片中儲藏...
186	14	...因低滲透層而使水分...	...因低滲透壓而使水分...
187	20	...因此根產生cytokin...	...因此根產生cytokinin...
188	7	...結球菜類之因難...	...結球菜類之困難...
206	24-25	...菜類除...其他葉菜類...	...果菜類除...其他果菜類...
214	27	...失水而萎凋失水是...	...失水而萎凋(另一段)失水是...
222	18	...維化命C等變化及...	...維他命C等變化及...
222	28	...(體重為4公斤)，每處理...	...(體重為41公斤)，每處理...
223	14	...以C_2H_2ppm表示之	...以C_2H_4ppm表示之
238	-10	十三、...貯藏對竹筍品質之影響	十三、...貯藏對綠竹筍品質之影響
247	1	Stusies on the....Physioiogy	Studies on the....physioiogy
247	6	...important vegeteblеs ...	...important vegetables ...
247	14	The concentation of ...	The concentration of ...
252	22	...如圖9.所示，，以20℃貯藏...	...如圖9.所示，以20℃貯藏...
264	18	...於20～22℃於3日模擬...	...於21℃於3日模擬...
273	27	...林茂雄...	...林茂維...
276	23	...林純英...	...林純瑛...
276	27	...許啓城...	...許啓誠...

統　一　編　號
030854820035